

ȘTIINȚĂ

RILEY BLACK

ULTIMELE ZILE

O LECTURĂ
OBLIGATORIE.

—NEW SCIENTIST—

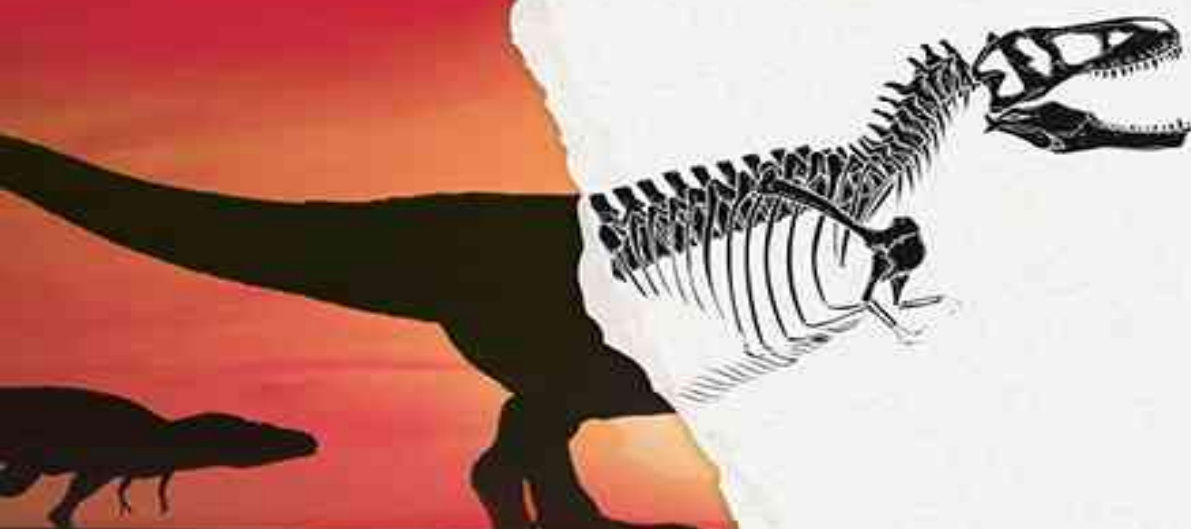
ALE

O CARTE SCRISĂ
CU MĂESTRIE.

—NEWSWEEK—

DINOZAUROILOR

MAREA EXTINCȚIE
ȘI ÎNCEPUTUL
LUMII NOASTRE



UN TEXT ȘTIINȚIFIC CARE
SE CITEȘTE CA UN ROMAN
FANTASTIC, DAR BAZAT PE
FAPTE CONCRETE.

—STEVE BRUSATTE—



HUMANITAS

Riley Black, care este pasionată de dinozauri de când se știe, a scris pentru publicațiile *WIRED*, *National Geographic*, *Scientific American* și *New Scientist*. A fost consultant științific pentru franciza *Jurassic World*, iar în 2022 a apărut în documentarele NOVA *Alaskan Dinosaurs* și *Dinosaur Apocalypse*. Printre cărțile publicate se numără: *Written in Stone: Evolution, the Fossil Record, and Our Place in Nature* (2010); *My Beloved Brontosaurus: On the Road with Old Bones, New Science, and Our Favorite Dinosaurs* (2013); *Skeleton Keys: The Secret Life of Bone* (2019); *Did You See that Dinosaur?* (2020); *Deep Time: A Journey through 4.5 Billion Years of Our Planet* (2021).

RILEY BLACK

ULTIMELE ZILE ALE DINOZAUROILOR

MAREA EXTINCȚIE
ȘI ÎNCEPUTUL
LUMII NOASTRE

Traducere din engleză
de Roxana Măciucă



Pentru Margarita

Nu ar fi fost suficient tot timpul din lume.

Prefață

O catastrofă nu este niciodată ceva plăcut.

Dinozaurii nu s-au așteptat niciodată la așa ceva. Nici un alt organism nu s-a așteptat la așa ceva, de la cea mai mică bacterie la mărețele reptile zburătoare care se bucurau de o zi perfect normală din Cretacic, cu 66 de milioane de ani în urmă.¹ Viața, moartea și reînvierea naturii se desfășurau nestingherite în acea zi, așa cum se întâmpla de milioane și milioane de ani. Însă o clipă a fost de-ajuns și totul s-a schimbat: planeta noastră s-a confruntat cu cea mai îngrozitoare zi din întreaga istorie a vieții pe Pământ.

Într-o clipită, s-a declanșat un haos cumplit pentru întregul lanț trofic. Nu au existat semnale de avertizare, nici o sirenă primordială care să avertizeze organismele de pe Pământ să se adăpostească pe unde ar fi putut. Nici o specie nu a avut cum să se pregătească pentru dezastrul care a venit din ceruri cu o forță explozivă de 10 miliarde de ori mai mare decât a bombelor atomice detonate la sfârșitul celui de-al Doilea Război Mondial.² Și acesta era doar începutul. Incendiile, cutremurele, tsunamiurile și giulgiul înghețat al unei ierni create de impactul cosmic care avea să dureze ani întregi – toate acestea s-au dovedit mai apoi mortale.

Acest dezastru poartă diverse nume. Uneori, este numit extincția în masă de la finalul Cretacicului. Ani buni a fost numit Extincția Cretacic-Terțiar sau K-T, o extincție în masă care a marcat sfârșitul epocii reptilelor și începutul celei de-a treia (Terțiar) perioade a vieții pe Pământ.³ Mai târziu, denumirea a fost revizuită potrivit regulilor misterioase ale geologiei în Extincția în masă din Cretacic-Paleogen, prescurtat K-Pg. Însă, indiferent cum am numi acest eveniment, urmele lăsate în roci spun aceeași poveste. Brusc și fără nici o scăpare, toate formele de viață de pe planetă s-au trezit în mijlocul unei deflagrații îngrozitoare care a schimbat complet cursul evoluției. Un corp ceresc care măsura probabil peste 11 kilometri în diametru⁴ a lovit planeta și a declanșat cel mai rău scenariu posibil pentru dinozauri și pentru alte forme

de viață de pe Terra. Acesta a fost momentul în care planeta a fost cel mai aproape de resetarea vieții, o amenințare atât de mare, încât Pământul ar fi redevenit locul în care să poată trăi doar organisme unicelulare și nimic altceva, dacă nu ar fi existat totuși niște circumstanțe fericite.

Efectele produse de impactul cosmic au fost rapide și îngrozitoare. Căldura arzătoare, incendiile, funinginea și moartea au acoperit planeta în doar câteva ore.⁵ Ceea ce s-a întâmplat la finalul Cretacicului nu a fost o moarte prelungită determinată de lipsa oxigenului atmosferic sau de acidificarea mărilor și oceanelor. Această calamitate a fost la fel de imediată și îngrozitoare ca o rană produsă de un glonț. Destinul unor specii întregi, al unor familii întregi de organisme a fost schimbat irevocabil într-o clipă.

Biologii încă dezbat care e adevărata definiție a vieții – reproducere, creștere, mișcare –, dar un lucru extraordinar pe care îl vedem zi de zi este faptul că viața dă dovadă de o reziliență incredibilă. Fiecare organism viu din ziua de azi este corelat cu celelalte, fiecare viață este conectată cu cea dinaintea ei. Chiar dacă admitem faptul că 99% dintre speciile care au trăit vreodată sunt acum dispărute, lumea noastră este în continuare plină de organisme care au supraviețuit, au evoluat și au prosperat în propriul lor mod.⁶

De fapt, mare parte din epoca în care ne aflăm acum își datorează existența distrugerilor produse de extincția în masă din Cretacic-Paleogen. Lumea așa cum o cunoaștem azi este înflorirea continuă a vieții după un dezastru – nu doar că viața a revenit pe planetă, dar a fost remodelată de însăși natura cataclismului.

În orele, zilele, săptămânile, lunile și anii de după impactul cosmic, aproape fiecare ramură din copacul vieții a fost tăiată, deteriorată sau s-a chinuit cu greu să crească. Nici măcar organismele pe care le considerăm supraviețuitoare nu au rămas neafectate. În timpul catastrofei din Cretacic-Paleogen, au existat extincții în masă ale mamiferelor, șopârlelor și păsărilor, la care s-a adăugat haosul ecologic ce a cuprins întreaga viață de pe Terra. Pe baza ferestrelor de timp neclare și uneori abia perceptibile pe care le oferă istoria fosilelor, paleontologii au estimat că aproximativ 75% dintre speciile cunoscute care trăiau la finalul Cretacicului nu au mai fost prezente în următorul interval de timp.⁷ Ca să fie și mai clar, o bandă de pământ cu iridiu

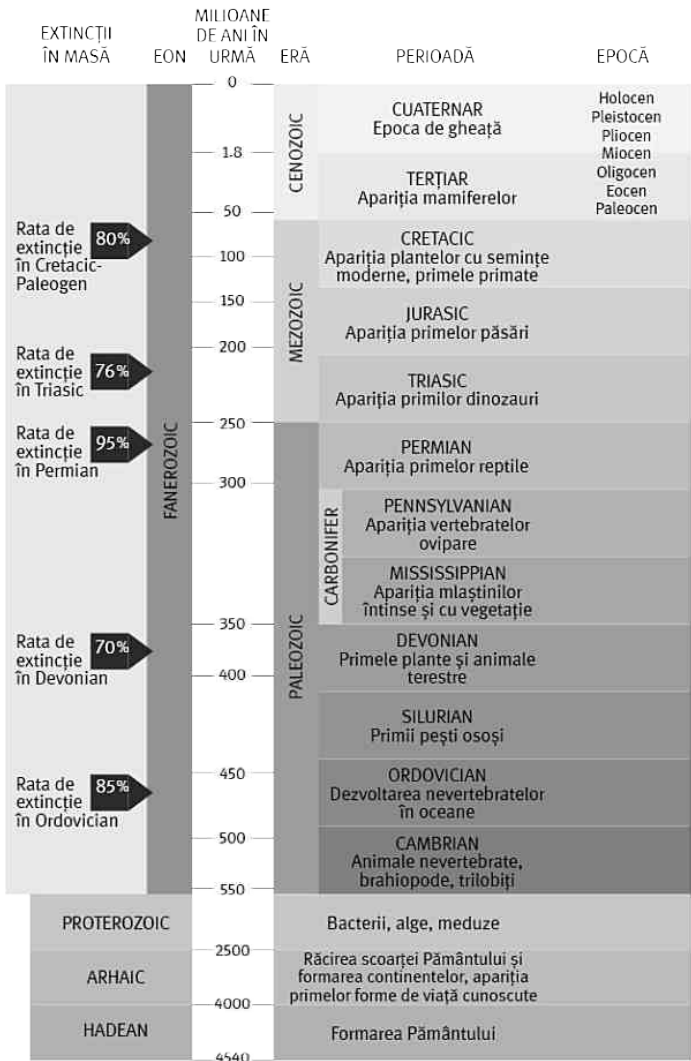
marchează granița dintre epoca dinozaurilor și capitolele de început ale epocii mamiferelor. În unele locuri, precum estul statului Montana și vestul statelor Dakota de Nord și Dakota de Sud, poți să urmărești povestea în roci, strat cu strat, să vezi cum specii ca *Triceratops* dispar, în timp ce o lume de ghemotoace de blană începe să se dezvolte în noua eră a mamiferelor.

Încă simțim această pierdere. Când eram copil, mi se părea că era complet nedrept faptul că nu puteam să am propriul *Tyrannosaurus rex* pe care să-l încalec și să mă duc la școală. Chiar dacă nu le-am văzut decât oasele deformate și conservate, simt că mi-e dor de dinozaurii non-aviari – mă gândesc cu nostalgie la un timp în care nu voi putea trăi niciodată, când dinozaurii stăpâneau Pământul. Însă, dacă dinozaurii non-aviari ar fi supraviețuit, povestea noastră ar fi fost diferită. Sau poate că nici n-ar mai fi existat. Nu doar că mamiferele ar fi rămas mici sub dominația prelungită a dinozaurilor non-aviari, dar și cele dintâi primate, de mărimea chițcanilor, ar fi putut să rămână într-o strânsă competiție cu marsupialele care erau dominante. Strămoșii noștri ar fi fost plămădiți cu totul altfel și probabil, dacă nu chiar sigur, lumea n-ar fi devenit niciodată un loc potrivit pentru o maimuță bipedă, aproape fără păr, cu un creier mare și o înclinație spre a remodela planeta. Extincția în masă de la sfârșitul Cretacicului nu este doar încheierea poveștii dinozaurilor, ci și un moment decisiv în propria noastră poveste. Nu am fi existat în absența prăbușirii catastrofale a acelei roci cosmice în zona vechiului Yucatán. Acel moment conține ambele povești. Apariția și dispariția sunt inextricabile.

În acest punct, adesea lăsăm deoparte firul poveștii. Dinozaurii au fost dominanți, chiar aroganți, așa cum îi vedem înfățișați în relatările noastre preistorice. Cei mai mari, mai ciudați și mai feroce dintre toți au trăit într-o lume a mlaștinilor și a pădurilor tropicale din Cretacicul Superior. Însă domnia acestora a fost brusc încheiată de un asteroid imprevizibil, și astfel cei mai blânzi au reușit să ia în stăpânire Pământul. Așa cum dinozaurii au beneficiat de pe urma unei extincții în masă, ieșind de sub umbra rudelor străvechi ale crocodilului cu 201 milioane de ani în urmă, același lucru s-a întâmplat și în cazul strămoșilor noștri mici și cu sânge cald: au avut parte de un noroc pe care nu l-au meritat și pentru care nu au plătit niciodată nimic în schimb.⁸

Trecem complet cu vederea cum anume și-a revenit natura, sau ce a făcut diferența între speciile care au supraviețuit și cele care au dispărut. Suntem obsedați de ceea ce am pierdut – orbi când vine vorba de cum anume viața a început deja să reapară și să se refacă, chiar și în frigul acela îngrozitor care a urmat căldurii letale inițiale determinate de impactul cosmic. Procedăm cam la fel cum, adesea, înțelegem să ne gestionăm traumele, amintindu-ne de răni și totodată străduindu-ne să vedem cum tocmai întâmplările îngrozitoare au stimulat dezvoltarea. Reziliența nu poate exista în absența dezastrului. Și asta m-a făcut să scriu această poveste – povestea despre cum viața s-a schimbat brusc și cum, totuși, ne-a adus până aici și acum. Ceea ce vă voi povesti implică suferință și distrugere, însă acesta este doar cadrul pregătitor pentru un punct de cotitură care adesea a fost considerat incontestabil sau, într-un fel, inevitabil. Aceasta este povestea despre cum natura a revenit la viață după cea mai îngrozitoare zi din istorie. Pierderile de vieți au fost uriașe și profund resimțite cu 66 de milioane de ani în urmă, dar fiecare ferigă care s-a străduit să ajungă la lumină, fiecare mamifer care a tremurat în ascunzătoarea sa, fiecare țestoasă care a căzut de pe o buturugă și s-a trezit în apele sufocate de vegetație a avut un impact asupra lumii pe care o știm în ziua de azi. Acesta nu este un monument închinat pierderii. Este o odă adusă rezilienței care poate să apară doar în urma unei catastrofe.

Perioadele geologice



Introducere

Imaginează-ți că te afli în perioada cretacică. Este o zi ca oricare alta, o după-amiază însorită în formațiunea Hell Creek, aflată în ceea ce acum este statul Montana, în urmă cu 66 de milioane de ani. Solul este puțin moale, un pământ noroios fetid, saturat de la ploile recente care au făcut ca nivelul unui pârâu dintr-o luncă din apropiere să crească atât de mult, încât să se reverse. Dacă n-ai ști, ai putea crede că te plimbi pe marginea unei mlaștini de pe coasta golfului Statelor Unite, într-o zi din toiuul verii. Magnoliile și cornii își fac loc printre șirurile de conifere, ferigi și alte plante joase, legănându-se în briza care adie peste terenul deschis unde stai acum.⁹ Dar o față cunoscută îți amintește curând că te afli într-o altă perioadă.

Un *Triceratops horridus* se plimbă la marginea pădurii, clătinându-și coarnele maronii, lungi de aproape un metru, în timp ce își târăște corpul greoi de zece tone, acoperit de solzi, lăsând urme în solul umed.¹⁰ Este un tetrapod masiv, cu un trup mare și cu solzi duri, menit aparent să susțină un cap uriaș, decorat cu un guler încrețit asemenea unui scut care pornește din spatele capului, având câte un corn lung deasupra fiecărui ochi, un corn scurt deasupra nasului și un cioc asemănător celui al papagalilor, situat în continuarea maxilarelor, foarte util pentru a smulge vegetația, care apoi e mărunțită și transformată într-o pastă cu ajutorul molarilor. Erbivorul uriaș pufnește, făcând un mamifer nevăzut să chițăie și să alerge alarmat undeva în adâncul pădurii. În acest moment al zilei în care soarele este încă sus pe cer, iar temperaturile depășesc 27° Celsius, abia se poate distinge un alt dinozaur la orizont – singurele „șopârle înfricoșătoare“¹ din câmpul vizual sunt câteva păsări cocoțate pe o creangă noduroasă care se ițesc din umbra pădurii.¹¹ Păsările par să rânjească, căci dinții mici cu care prind insectele li se zăresc prin ciocurile întredeschise.

În acest moment, vom vedea cum epoca dinozaurilor va avea parte de un sfârșit brutal.

În doar câteva ore, tot ce se află în fața noastră va fi șters de pe fața Pământului. Vegetația luxuriantă va fi cuprinsă de incendii. Cerul însorit se va întuneca de la funinginea produsă. Covoarele de vegetație vor fi transformate în cenușă. În curând, cadavre contorsionate, cu pielea carbonizată, vor împânzi întregul peisaj stând sub semnul distrugerii. *Tyrannosaurus rex* – regele-tiran – va fi detronat, împreună cu toate celelalte specii de dinozauri non-aviari, indiferent de dimensiunile, dieta sau comportamentul lor. După mai bine de 150 de milioane de ani în care au modelat ecosistemele lumii și s-au diversificat într-o menajerie sauriană fără precedent, șopârlele înfricoșătoare vor avea parte de o anihilare totală.

Știm că păsările au supraviețuit, ba chiar au prosperat, în perioada care a urmat după impact. Un mic stol de specii aviare își vor duce mai departe genele, pregătite să înceapă un nou capitol din istoria dinozaurilor, care se va desfășura pe parcursul a zeci de milioane de ani până în era noastră modernă.¹² Dar dinozaurii noștri preferați, cu dinții, țepii, coarnele și înfricoșătoarele lor gheare de legendă, vor dispărea cât ai clipi, lăsând în urmă fragmente de piele, pene și oase pe care le vom descoperi după eoni întregi și vor constitui singurele indicii ale existenței acestor reptile extraordinare. Datorită acestei conservări improbabile și fragile, dinozaurii noștri preferați vor reuși să sfideze trecutul – rămășițele lor sunt palpabile, dar lipsite de orice strop de viață, existând în prezent și în trecut în același timp.

Dinozaurii non-aviari nu au fost singurele animale nimicite atât de brutal. Vor pieri și măreții pterozauri, cu aripi ca ale liliecilor, unii de înălțimea unei girafe. Zburătoare precum *Quetzalcoatlus*, care aveau o anvergură a aripilor mai mare decât a unui avion Cessna și erau capabile să facă înconjurul lumii, vor fi anihilate la fel de rapid ca dinozaurii non-aviari.¹³ Din mări vor dispărea plesiozaurii, cu două perechi de înotătoare și un gât lung, și mosazaurii, care sunt verii varanilor uriași, tot așa cum o vor face nevertebrate precum amoniții, verii cu cochilii spiralate ai calamarilor, și scoicile cu cochilii plate care formau recife și depășeau ca mărime un capac de toaletă.¹⁴ Nici speciile minuscule și neatrăgătoare nu vor scăpa. Chiar și în rândul familiilor supraviețuitoare din lumea cretacică vor fi pierderi uriașe. Marsupialele aproape că vor fi exterminate din America de Nord, iar

șopârlele, șerpii și păsările vor fi de asemenea decimate.¹⁵ Viețuitoarele din apele curgătoare dulci și din iazuri vor fi printre puținele care vor găsi o cale de scăpare.¹⁶ Crocodilii, champsozaurii (o specie mai neobișnuită de reptile asemănătoare crocodililor), peștii, țestoasele și amfibienii vor dovedi o rezistență mai mare în fața dezastrului iminent, iar viața le va fi efectiv cruțată la milimetru.

Știm care a fost arma ecologică a crimei din spatele acestui studiu de caz din perioada cretacică. Un asteroid sau un fragment similar de rocă spațială cu un diametru de peste 11 kilometri s-a prăbușit pe Pământ, producând în scoarța planetei un crater cu un diametru de peste 80 de kilometri. Majoritatea speciilor din perioada cretacică au dispărut după impact. Nu avem cum să evidențiem amploarea fenomenului. Dispariția dinozaurilor a fost doar vârful aisbergului. Practic, nici un mediu nu a fost ferit de extincție; impactul a fost atât de puternic, încât înseși oceanele aproape că au fost readuse la stadiul unei „supe” de organisme unicelulare.

Suntem îngroziți de ideea unei distrugerii atât de profunde. Când impactul cosmic de la finalul Cretacicului a fost confirmat din punct de vedere științific, dezastrul a inspirat, în vara anului 1998, două filme blockbuster despre asteroizii care ne pot distruge planeta. Dintr-odată, faptul că un corp cosmic uriaș putea să ducă la dispariția a peste jumătate dintre speciile cunoscute de pe Pământ a devenit la fel de evident precum letalitatea unei împușcături. Simplul fapt că știam acum care erau consecințele îngrozitoare ale acestui dezastru a fost suficient pentru a ne face să ne uităm la cerul înstelat cu o suspiciune permanentă. Dacă se întâmplase o dată, putea să se întâmple din nou. NASA monitorizează spațiul cosmic prin programul său Sentry, sperând să identifice asteroizi și comete care pot reprezenta amenințări înainte de a se apropia prea mult de planeta noastră.¹⁷

Însă deseori uităm de natura neobișnuită a extincției în masă din Cretacic-Paleogen. Experții au susținut frecvent că această calamitate face parte din cele cinci mari extincții în masă care au schimbat radical istoria vieții.¹⁸ Prima extincție, care a avut loc în urmă cu 455–430 de milioane de ani, a dus la transformarea oceanelor, răzând de pe fața pământului familii întregi de nevertebrate arhaice și permițându-le peștilor să se dezvolte.¹⁹ Răcirea rapidă a climei la nivel global și scăderea abruptă a nivelului mării au determinat

disparația a circa 85% dintre speciile marine cunoscute, schimbând astfel cursul evoluției. Al doilea eveniment, care a avut loc în urmă cu 376–360 de milioane de ani, a destabilizat viața pe Pământ încă o dată. Deși nu se știe exact ce anume a provocat dezastrul – probabil scăderea nivelului de oxigen din oceane –, această schimbare bruscă a dus la moartea a aproximativ jumătate dintre viețuitoarele cunoscute, reducând diversitatea în rândul organismelor precum trilobiții și corali, care reprezentau baza vechilor recife.²⁰

Mai îngrozitor a fost însă cel de-al treilea eveniment, care și-a atins apogeul în urmă cu 252 de milioane de ani. Este vorba despre „Moartea cea mare” sau Extincția din Permian-Triasic, produsă de o activitate vulcanică extrem de violentă și susținută care a eliminat circa 70% dintre speciile cunoscute de pe uscat și din mări și oceane în urma schimbărilor climatice și atmosferice. Strămoșii noștri, sinapsidele², care puseseră stăpânire pe ecosistemele terestre s-au confruntat cu o extincție aproape completă. Decăderea acestora le-a permis reptilelor, inclusiv dinozaurilor, să-și orchestreze „lovitura de stat” din punct de vedere evolutiv.²¹ Ulterior, după 201 milioane de ani, un alt dezastru a ucis un număr uriaș de rude ale crocodililor care stăpâneau uscatul și le-a oferit dinozaurilor șansa de a-și impune dominația. Și de data aceasta au fost de vină erupțiile vulcanice intense. Gazele cu efect de seră s-au răspândit în atmosferă, determinând o încălzire globală uriașă, urmată de o răcire intensă a climei. Nivelul de oxigen atmosferic a scăzut, mările au devenit mai acide, iar pentru multe specii trecerea subită de la temperaturi prea ridicate la temperaturi prea scăzute a fost o schimbare prea mare pentru a-i putea face față.²²

Dar nici una dintre aceste catastrofe nu se compară cu extincția care a pus capăt erei mezozoice. Aceste apocalipse anterioare au avut loc de-a lungul a sute de mii sau chiar milioane de ani, în urma unor fenomene precum activitatea vulcanică intensă și schimbările climatice care au determinat transformări profunde și îndelungate ce au afectat viața pe Terra de-a lungul unor lungi perioade de timp. Cauzele dispariției speciilor erau la rândul lor extrem de variabile: de exemplu, din cauza acidificării oceanelor, organismele cu cochilii nu au mai putut să-și secrete micile case din carbonat de calciu, în timp ce scăderea nivelului de oxigen atmosferic a dus la

sufocarea lentă a viețuitoarelor terestre. Ceea ce s-a întâmplat la finalul Cretacicului a avut acoperire globală. Și s-a extins repede.

Circumstanțele declanșării extincției din Cretacicul Superior au culminat cu un eveniment îngrozitor, un moment unic pe care îl putem considera ca fiind punctul din care viața pe Pământ nu a mai fost la fel. Înainte de impactul cosmic, pe fiecare continent existau mii de specii. Erau atât de multe varietăți de dinozauri și de viețuitoare, încât paleontologii încă încearcă să le identifice, noi specii cu dinți și gheare ascuțite fiind descrise în fiecare an. Experții cred chiar că sunt sute de specii de care nu vom afla niciodată, pentru că au trăit în locuri în care condițiile de depozitare și sedimentare nu le-au permis să fie conservate, precum dinozaurii care au trăit în munți sau în alte medii supuse erodării, ceea ce nu a permis formarea de straturi sedimentare.²³ În era mezozoică, viața se afla la apogeu. Apoi, aproape peste noapte, toți dinozaurii au dispărut, iar ecosistemele planetei au fost devastate. Aceasta a fost cea mai îngrozitoare zi din istoria vieții pe Pământ, urmată de o luptă dusă de către speciile supraviețuitoare de-a lungul unei perioade de zeci de mii de ani.

A fost nevoie de multe eforturi pentru a ajunge la ceea ce știm acum despre extincția în masă din Cretacic–Paleogen. De fapt, acest lucru a presupus să ne învingem cea mai mare slăbiciune – orgoliul. Atunci când celebrul anatomist britanic Richard Owen a propus denumirea de „Dinosauria“ în 1842, marile reptile nu erau chiar un mister.²⁴ La acea vreme, doar trei specii le erau cunoscute oamenilor de știință, iar acest trio de animale cu solzi părea să marcheze o parte din evoluția firească a vieții. Geologii identificaseră o epocă a peștilor, o epocă a reptilelor și o epocă a mamiferelor, toate evoluând de la forme de viață inferioare și fragile la monstruozi cu solzi, reprezentând doar un eveniment paleontologic secundar înainte ca mamiferele să preia rolul de vedete. Indiferent dacă acest lucru este considerat ca făcând parte din planul vreunui creator sau ca fiind marele marș al evoluției, dinozaurii sunt produsul unei lumi caracterizate prin progres și rafinament. Nimeni nu trebuia să întrebe de ce au dispărut. Cum este posibil ca niște monștri deformați, cu mers greoi, care arătau precum cel mai mare coșmar al unui erpetolog, să fie punctul culminant în povestea vieții pe Terra? Marile catastrofe au schimbat diversitatea vieții pe Pământ, dar a existat mereu

impresia că speciile dispărute și-au meritat soarta. Că, într-un fel sau altul, erau pur și simplu o pregătire pentru ceea ce avea să urmeze.

Experții de la începutul secolului XX au perpetuat această presupunere fatalistă.²⁵ Dinozaurii erau mari, neobișnuiți și unici din punct de vedere anatomic. Întrebarea care se punea nu era de ce au murit. Adevăratul mister era cum reușiseră să trăiască atât de mult, mai ales când mamiferele, care erau în mod clar superioare, așteptau să preia comanda.

Vanitatea noastră, din ipostaza de mamifere, a persistat timp de zeci de ani. Chiar și atunci când dispariția dinozaurilor a devenit un subiect și mai îndreptățit de discutat, explicațiile oferite sugerau mai mereu că înșiși dinozaurii erau vinovați pentru acest lucru. Aceste reptile mărețe și care se deplasau greoi depuneau ouă și manifestau o grijă minimă pentru puii lor, așa că mamiferele se ospătau cu omlete din dinozauri. (Până în acel moment, cercetătorii nu acordaseră nici o atenție abilităților parentale admirabile ale aligatorilor sau șerpilor în ceea ce privea supravegherea puilor.) Sau dinozaurii investeau în mod clar atât de multă energie pentru a deveni uriași, țepoși și ciudați, încât pur și simplu nu le mai rămânea pentru nimic altceva. Cum era posibil ca o creatură similară cu un rinocer, de zece tone, cu trei coarne și cu un guler osos să concureze cu mamiferele aflate în curs de dezvoltare? Pentru început, capacitatea mentală a unui dinozaur era extraordinar de mică. O reptilă cu sânge rece precum *Stegosaurus* sau *Ceratosaurus* era perfect adaptată la o vegetație luxuriantă formată din jungle cu o umiditate ridicată și la vânătoarea unor prăzi care puteau fi prinse ușor, dar dinozaurii leneși nu voiau pur și simplu să găsească noi soluții sau măcar să fie deschiși la această posibilitate. Dacă toate acestea amintesc puțin de mediul de afaceri, nu ar trebui să fie deloc surprinzător, deoarece aceste idei au fost răspândite în America în timpul mării industrializări; în cercurile financiare, să-i spui unui competitor că este un „dinozaur“ reprezintă în continuare o modalitate de a-l denigra.

În timp, oamenii de știință au început să accepte faptul că animalele nu au un cronometru intern care să dicteze când „se naște“ sau când „moare“ o specie conform vreunui ceas cosmic și că ideile despre costurile energetice implicite ale evoluției erau greșite. Trebuia să existe o explicație firească. Redefinirea cronologiei evenimentelor geologice a făcut ca situația să fie și

mai complicată. Epoca dinozaurilor nu a fost o domolire a activității lumii vii în așteptarea ascendenței mamiferelor. Dinozaurii non-aviari au existat vreme de peste 150 de milioane de ani până la dispariția lor bruscă chiar atunci când se părea să-și fi atins perioada de glorie. Trebuia să existe un motiv.

Aproape toată lumea a avut câte o teorie.²⁶ Poate temperaturile au fost prea ridicate. Sau poate că au fost prea scăzute. Poate că vreo boală teribilă s-a răspândit în rândul populațiilor acestora și a făcut ravagii sau poate creșterea nivelului mării a dus la distrugerea habitatelor lor preferate. Au intervenit și specialiști din alte domenii. Un oftalmolog a sugerat că dinozaurii sufereau de cataracte în stadiu avansat, ceea ce însemna că structurile impresionante de la nivelul capului, precum creasta lui *Parasaurolophus* și coarnele erbivorului *Styracosaurus*, apăruseră ca primele protecții solare din lume. Un entomolog a lansat ideea că omizile primitive devoraseră vegetația cu o rată atât de mare, încât nu mai rămăsese nimic în urma lor, ceea ce a însemnat că, în scurt timp, acolo nici nu au mai existat alte animale de vânat. Sau poate că pur și simplu a fost momentul potrivit pentru dezvoltarea mamiferelor. Diversitatea dinozaurilor de la finalul Cretacicului părea să fie scăzută față de cea din urmă cu 10 milioane de ani. Poate că, după zeci de milioane de ani, mamiferele au început să-și încordeze mușchii puțin și să modeleze mediul înconjurător în beneficiul lor.

Problema era că mulți experți se concentrau doar asupra dinozaurilor, când în realitate dezastrul avusese un impact mult mai profund. Da, o armată de omizi flămânde ar fi putut să desfrunzească pădurile din Cretacic într-un ritm îngrijorător de mare, dar această ipoteză nu putea să explice de ce pterozaurii sau rudiștii, moluște plate și late, au dispărut cu 66 de milioane de ani în urmă și cu atât mai puțin să explice dispariția speciilor de foraminifere (amibe acoperite de cochilii), ființe a căror mărturie despre acest dezastru nu va ocupa niciodată prima pagină a vreunei publicații. Toată lumea era atât de axată asupra dinozaurilor, încât imaginea de ansamblu nu putea fi observată chiar și dacă experții continuau să contabilizeze numărul rămășițelor din Cretacic.

De abia la finalul secolului XX, când au început să se contureze caracteristicile definitorii ale acestei extincții în masă pentru paleontologii care erau concentrați asupra apariției și dispariției moluștelor și artropodelor

străvechi, soarta dinozaurilor a început să fie privită din altă perspectivă. Fosilele de nevertebrate arată o amplificare puternică a extincției la finalul Cretacicului.²⁷ Foraminiferele și sferile de alge denumite cocoliți sunt mărturia producerii unui eveniment brusc și îngrozitor. Tot atunci au dispărut și dinozaurii. Trebuie să se fi întâmplat ceva catastrofal. Acum întrebarea era ce anume.

Experții au căutat o cauză relevantă care să explice această devastare. La început, s-a crezut că de vină era vreun factor declanșator terestru. La finalul Cretacicului, chiar atunci când fosilele dinozaurilor par să se evapore din straturile sedimentare din toată lumea, planeta trecea printr-o serie de schimbări. Nivelul mării scăzuse. Clima se schimbase. În atmosferă fuseseră emise tone și tone de gaze cu efect de seră prin rifturile produse în scoarța Pământului în urma erupțiilor vulcanice.

Aparent, dinozaurii pur și simplu nu au mai putut să țină pasul cu această cursă evolutivă; au rămas în urmă, în timp ce mamiferele au ținut pasul și s-au adaptat. Dar nici această poveste nu era tocmai convingătoare. Paleontologii care studiau apariția și dispariția moluștelor și a altor nevertebrate din oceane nu au sesizat vreo schimbare lentă. Datorită dezvoltării unor tehnici îmbunătățite de prelevare a fosilelor și de analiză statistică, s-a demonstrat că formele de viață de la finalul Cretacicului se adaptaseră schimbărilor fără probleme. Apoi brusc au suferit un șoc major. Biomurile de pe Terra fuseseră afectate în mod cert de ceva îngrozitor. Și nu fosilele, ci rocile în care acestea erau îngropate aveau să ofere explicația necesară.

Cristale deformate de cuarț, cantități uriașe de funingine preistorică și un metal rar, numit iridiu, descoperit tocmai în perioadele geologice în care fosilele dinozaurilor non-aviari dispar, sugerează că un corp cosmic s-a prăbușit pe planeta noastră. Propusă pentru prima dată în 1980, în perioada de apogeu a unui nou interes științific pentru studierea dinozaurilor, această idee a declanșat o controversă academică intensă asemănătoare însuși impactului cosmic pe care îl descria.²⁸ Paleontologi, geologi și astrofizicieni s-au luptat la fel de înverșunați precum niște tiranozauri în cadrul conferințelor și al jurnalelor științifice pentru interpretarea corectă a descoperirilor făcute. Dar dezbaterea a luat sfârșit odată cu descoperirea în anii '90 a unui crater din

Peninsula Yucatán, produs în urma unui impact uriaș: un asteroid enorm, cu un diametru de peste 11 kilometri, a lovit Pământul chiar în momentul în care extincția devine evidentă în straturile sedimentare. Așa ceva nu mai fusese descoperit până atunci.²⁹ Fizicienii au calculat că impactul inițial care a produs craterul Chicxulub din America Centrală ar fi fost suficient de puternic pentru a propulsa în spațiu numeroși dinozauri tereștri aflați în vecinătate.³⁰ Dar extincția nu a fost produsă doar de impactul inițial. Efectele determinate de acest eveniment tragic au înclinat balanța în defavoarea șopârlelor înfricoșătoare și a multor alte forme de viață.

Adeseori, discuția se rezumă la următoarele: un corp cosmic imens s-a ciocnit de planeta noastră și o mulțime de specii au fost nimicite instant. Atât de simplu. Asteroidul devine un glonț cosmic care a fost tras în stomacul Pământului. Cu toate acestea, de-a lungul istoriei planetei noastre, au existat și alte evenimente cosmice de o amploare similară sau chiar mai mare al căror impact *nu* a declanșat un dezastru biologic. Cu 35 de milioane de ani în urmă, un alt asteroid uriaș a lovit străvechea Siberia și a format craterul Popigai, cu un diametru de aproape 100 de kilometri.³¹ Acest crater are un diametru de aproape zece ori mai mare decât cel creat în Peninsula Yucatán. Dar acest impact cosmic mai recent nu a provocat o extincție în masă. Desigur, s-au produs transformări și pagube pe plan local, dar, pe restul planetei, viața a continuat să se dezvolte ca înainte. Nu toate evenimentele au același impact.

Astfel, impactul cosmic care a pus capăt perioadei cretacice a devenit un caz special, diferențiindu-se de celelalte evenimente înregistrate de-a lungul timpului. Dimensiunea asteroidului care a declanșat extincția în masă din Cretacic-Paleogen, viteza, unghiul de aterizare și natura rocii pe care a lovit-o au afectat în cel mai rău mod posibil viața de pe Pământ – o serie de circumstanțe care s-au concretizat într-o adevărată apocalipsă. Pe lângă faptul că Pământul fusese lovit de un asteroid uriaș, ceea ce a urmat după impact a împins la limită viața de pe Terra, aducându-o în pragul colapsului, multe organisme neputând să mai facă față schimbărilor rapide. Pământul s-a transformat dintr-o lume dominată de incendii și nori de cenușă într-una cuprinsă de întuneric și de un frig intens și constant. Dinozaurii nu au murit pe loc atunci când asteroidul a lovit planeta. Adevărata extincție s-a produs

de-a lungul a ore, zile, luni și ani, fiind un flux constant, în timp ce o lume nouă lua naștere ca urmare a perturbărilor produse de impactul cosmic.

Extincția în masă din Cretacic-Paleogen a fost un eveniment global, iar povestea acesteia e spusă prin dovezile adunate din numeroase locuri de pe cuprinsul planetei. Însă inventarul de fosile este incomplet, lacunele rămase trebuind umplute pentru a încerca să stabilim o imagine de ansamblu. Așa cum bine a observat naturalistul Charles Darwin, stratele geologice sunt precum o carte căreia îi lipsesc pagini, paragrafe, propoziții și cuvinte întregi, lăsându-ne pe noi să reconstruim narațiunea, punând cap la cap părți care par a fi separate. Din fericire, de bine, de rău, unele capitole sunt mai pline de detalii decât altele. În ceea ce privește extincția în masă din Cretacic-Paleogen, cele mai bine documentate capitole sunt cele oferite de vestul Statelor Unite, de-a lungul strateror geologice ale formațiunii Hell Creek din centrul statelor Montana, Dakota de Sud și Dakota de Nord. Această întindere relativ îngustă de pe planeta noastră documentează intervalul cuprins între ultimele zile ale domniei dinozaurilor și primele zile ale perioadei Paleogenului care a urmat. Linia de demarcație produsă de impactul cosmic este vizibilă în mod clar în stratele sedimentare. Secțiuni din aceste strate expuse în muzee arată precum cele mai neapetisante felii de tort de ciocolată, de un maro-închis, mărturii ale morții. În acest loc, cunoaștem bine distribuția personajelor care au defilat pe această scenă străveche și le putem urmări destinele și cum anume li s-au schimbat mediul de viață de-a lungul timpului. Poveștile lor ne spun că viața pe Pământ a avut mult de suferit, dar cu toate acestea nu a fost decimată complet.

Însă motivul pentru care am revenit la acest loc și la acest moment regretabil este de a înțelege de ce nu există descendenți ai speciilor de *Ankylosaurus* în grădinile zoologice și, mai important, cum și de ce am ajuns noi să existăm. Epoca mamiferelor, un reper întipărit efectiv în piatră, nu ar fi apărut dacă acest impact cosmic nu ar fi oferit oportunități de a evolua care au fost blocate timp de 100 de milioane de ani. Istoria vieții pe Pământ a fost schimbată în mod irevocabil conform unui simplu fenomen numit *contingență evolutivă*. Dacă impactul cosmic nu s-ar mai fi produs sau s-ar fi produs cu o întârziere semnificativă, sau dacă asteroidul ar fi aterizat într-un alt loc de pe planetă, ceea ce ar fi rezultat de-a lungul milioanele de ani de

după impact s-ar fi desfășurat după un scenariu diferit. Poate că dinozaurii non-aviari ar fi continuat să domine planeta. Poate că marsupialele ar fi rămas cele mai comune animale. Poate că un alt dezastru, precum erupțiile vulcanice masive din India străveche care au avut loc cam în același timp, ar fi declanșat un alt tip de extincție. Este probabil ca epoca reptilelor să fi continuat nestingherită, dar fără să dea naștere originii nici unei specii suficient de introspective pentru a avea astfel de gânduri despre trecerea timpului. Această zi a fost la fel de importantă pentru noi cum a fost pentru dinozauri.

Acum, după zeci de ani de dezbateri științifice aprinse, începem să avem o imagine din ce în ce mai clară despre ceea ce s-a întâmplat. Paleontologii, geologii, astronomii, fizicienii, ecologiștii și alții au alcătuit un tablou mult mai detaliat despre ceea ce s-a întâmplat cu planeta noastră după ciocnire. Nu impactul în sine a produs acest dezastru de proporții, ci efectele pe termen lung care au remodelat permanent natura vieții pe Pământ și au permis, în cele din urmă, apariția neintenționată a oamenilor. Imaginându-ne că suntem în epoca de glorie a dinozaurilor, în formațiunea Hell Creek, în ajunul extincției și în perioada de după aceea, vă voi prezenta ce s-a întâmplat în secunde, zilele, lunile, anii, secolele și milenii de după impact, urmărind perturbările care au cuprins acest loc și imaginându-ne ce s-ar fi putut întâmpla în restul lumii.

Suntem pe cale să asistăm la schimbarea lumii cu o viteză și o violență fără precedent. Și suntem bine înarmați pentru a înțelege tragedia dinozaurilor. Și aici nu mă refer la arme, ci la idei: mai mult de două secole de descoperiri științifice care descriu lucruri ce merg de la mecanismul de dezvoltare a crengilor pinului chilian la diferențierea taxonomică a speciilor care se găsesc în acest loc. Și de aceea formațiunea Hell Creek este probabil cel mai cunoscut habitat al dinozaurilor. Adesea, este locul care ne introduce în lumea dinozaurilor, dar și locul în care și-au încheiat ultimul act pe scena evolutivă – uvertura și finalul deopotrivă. Aici a avut loc încheierea unei epoci și începutul alteia. Oricât de mult iubim dinozaurii – consacrandu-i ca relicve științifice în muzeele noastre, readucându-i la viață în filme – știm că noi existăm doar pentru că au cedat strămoșilor noștri locul pe care îl ocupau pe scena evoluției. Le suntem datori pentru asta.

Imaginează-ți cum un dinozaur se plimbă pe marginea pădurii, cum soarele și umbra îi alunecă pe spate, în timp ce țepii care pornesc din zona soldurilor și până spre coadă se leagănă în același ritm cu mersul său domol. Numele dat acestui animal este *Triceratops horridus*, o denumire codificată în 1889 pe baza unui sistem și mai vechi de atribuire a unui nume de gen și de specie fiecărui organism. În vremea noastră, să vezi oasele calcificate ale acestui dinozaur este ceva extrem de obișnuit – fiind cunoscut populației datorită sutelor de cranii dezgropate din statele americane adunate în jurul Munților Stâncoși –, ceea ce înseamnă că știm puțin mai mult despre caracteristicile, dezvoltarea și comportamentul acestuia decât despre majoritatea celorlalți dinozauri. Toate acestea contribuie la conturarea imaginii pe care o avem despre această reptilă erbivoră uriașă ale cărei membre sunt similare unor stâlpi de rezistență.

Și acum să ne imaginăm ce însemna era mezozoică în sine. Geologii și paleontologii au împărțit această epocă în trei perioade: Triasic, Juristic și Cretacic, toate delimitate de existența anumitor depozite sedimentare, specii și tehnici de datare precise. Dinozaurii au apărut spre mijlocul Triasicului, cu aproape 235 de milioane de ani în urmă, au prosperat în Juristic și și-au menținut dominația asupra ecosistemelor terestre de-a lungul Cretacicului, dovedindu-se vreme de mai bine de 160 de milioane de ani drept cele mai carismatice animale de pe planetă. Dar, din poziția noastră ipotetică, toate aceste concepte sunt îndepărtate. Triceratopsul nu-și știe numele, nu știe ce zi a săptămânii este sau câte milioane de ani ne separă de acest dinozaur erbivor cu coarne aflat la păscut. Nu-și cunoaște nici sfârșitul iminent care îl așteaptă.

Povestea pe care urmează s-o spun, o poveste care se întinde de-a lungul unui milion de ani, se află la granița dintre știință și speculație. Este o viziune asupra lumilor de la finalul Cretacicului și începutul Paleocenului care se bazează pe tot ceea ce am învățat de-a lungul a zeci de ani de descoperiri, o poveste inspirată de știință mai degrabă decât o relatare a procesului științific în sine. O parte din poveste este speculativă, dedusă din ipotezele și dovezile disponibile mai degrabă decât bazată pe referințe directe din literatură. Dar mare parte din această poveste, producerea schimbărilor ecologice devastatoare, se bazează pe fapte, scheletul științific pe care l-am înveșmântat într-o narațiune. Anexa acestei cărți explică ce anume este adevărat și

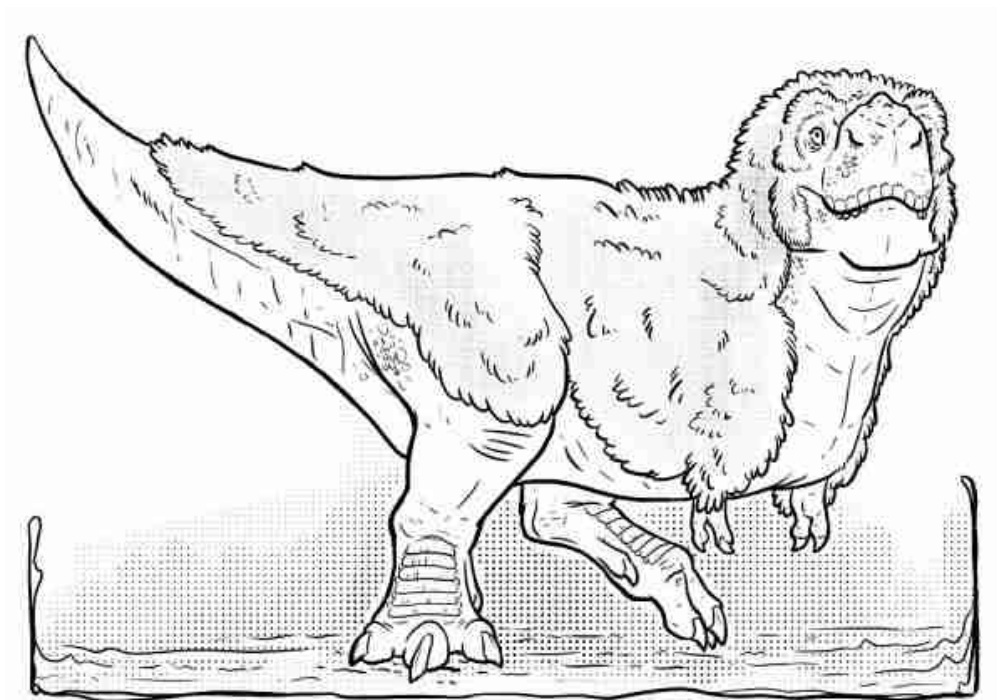
demonstrat științific și ce anume este o ipoteză sau o invenție și am împărțit-o în așa fel încât să putem urmări fără vreo excepție schimbările devastatoare care au început cu 66 de milioane de ani în urmă și au continuat până acum 65 de milioane de ani. Scopul meu este de a oferi o viziune ecologică și concretă asupra acestor organisme și evoluției lor într-o perioadă extraordinar de stresantă. Am făcut tot posibilul să-mi imaginez aceste specii ca fiind organisme vii, și nu fosile conservate prin permineralizare și distorsionate. La urma urmei, acesta este scopul paleontologiei – să înceapă cu vestigiile aduse de moarte și să urmeze firul înapoi spre reconstituirea vieții.

Nu am nici o îndoială că unele dintre speculațiile mele se vor dovedi a fi greșite sau vor avea nevoie de rectificări. Oamenii de știință vor continua să facă descoperiri, rafinând și îmbogățind ceea ce știm, dar sunt de părere că am ajuns într-un punct în care avem o explicație detaliată pentru ceea ce s-a întâmplat la finalul Cretacicului. Am redus substanțial povestea la străvechile proximități ale formațiunii Hell Creek, întrucât cunoaștem această zonă cel mai bine, dar la finalul capitolelor am inclus referiri la alte locuri și ecosisteme pentru a ilustra profunzimea acestei catastrofe. Speranța mea este ca fosilele ce vor fi descoperite în următoarele decenii să ne ofere o imagine mai detaliată a extincției în masă din Cretacic-Paleogen în alte părți ale lumii, departe de teritoriile tiranozaurului. Dar, ținând cont de natura episodică și fragmentară a inventarului de fosile, adeseori am fost surprinsă de cât de multe am ajuns să cunoaștem chiar și despre un loc mic de pe glob în timpul schimbărilor radicale la care urmează să asistăm împreună.

Schimbarea se va produce curând. În timp ce privim, ascultând respirația unui ceratopsid și zumzetul insectelor, o rocă spațială cu un diametru de peste 11 kilometri se apropie tot mai mult de Pământ. Undeva, dincolo de atmosfera planetei, se anunță sfârșitul Cretacicului.

1. Termenul de „dinozaur” a fost propus în 1842 de sir Richard Owens, care s-a bazat pe îmbinarea a doi termeni grecești – *deinós* („fioros”, „înfricoșător”) și *sáuros* („șopârlă”) – pentru a descrie un nou grup de reptile terestre uriașe descoperite în depozitele sedimentare (n. tr.).

2. Grup de vertebrate tetrapode care cuprinde mamiferele actuale și dispărute din clada amniotelor (n. tr.).



1. Înainte de impact

Cu 66,043 milioane de ani în urmă

Triceratopsul emană un miros îngrozitor. Chiar dacă au trecut doar câteva ore de când erbivorul uriaș s-a prăbușit la pământ, roiuri negre de muște bâzâie deasupra botului său neclintit și a ochilor săi goi – roiuri care sunt perturbate doar de fâlfâitul aripilor și gâlceava viețuitoarelor zburătoare care s-au așezat pe cadavrul dinozaurului. Așteaptă. Mâncarea a fost servită, dar ceremonia de deschidere nu a început încă.

Cu puțin timp înainte de moartea sa – o moarte spumegândă și arzătoare venită din interior, un cancer ce s-a extins fără milă –, bătrânul triceratops cântărea zece tone.³² Nu era cel mai mare exemplar de *T. horridus*, dar supraviețuise de-a lungul sezoanelor, împungând și alungând alți masculi cu coarnele sale uriașe pentru a se impune atunci când fusese necesar. În fiecare sezon, acești dinozauri cu trei coarne concureau unii cu alții, scoteau răgete

furioase, se acopereau în excremente și noroi și își testau forța, luptându-se în lunci acoperite de ferigi care aveau să fie puse la pământ de membrele lor puternice. Dar, în ultimul an, masculul începuse să se îmbolnăvească. Simțea un disconfort tot mai mare care venea dinăuntru. Nu mai putea să participe la lupta teritorială anuală pentru împerechere și a început să evite compania celorlalți triceratopși, care erau foarte temperamentali. Era o umbră solitară în acel peisaj, un mic munte de mușchi, oase și coarne care își petrecea mare parte din timp crăpând bușteni putreziți la marginea pădurii cretacice și scăldându-se în bălțile puturoase de noroi, ceea ce îi oferea pielii sale solzoase un strat suplimentar de protecție împotriva insectelor care se adaptaseră să se strecoare printre încrețiturile pielii și să-l ciupească. Într-o astfel de baltă frecventată de ceratopside s-a prăbușit într-o zi și nu s-a mai ridicat.

Pterozaurii au fost primii care au observat leșul animalului. Le-a fost ușor. Susținuți în aer de curenții calzi din timpul zilei, aceste reptile zburătoare puteau să planeze cu ajutorul aripilor lor membranoase și să identifice leșuri din care să se ospăteze. Trebuiau doar să coboare pentru a se alege cu câteva fâșii de tendoane uscate și organe putrezite. Arătau ca niște berze cu aripi de liliac, niște animale ce păreau ireale, dar care erau primele vertebrate adaptate zborului. De la straturile lor izolatoare formate din puf primitiv și până la oasele lor ușoare, umplute cu aer, pterozaurii se adaptaseră întocmai pentru acest lucru. Dar trebuie să reținem că abilitățile aeriene care le confereau eleganță acestor necrofagi zburători nu le erau de prea mare folos la sol; aflați în poziție staționară, își împătureau aripile – susținute de un al patrulea deget extrem de alungit – și se deplasau de parcă ar fi avut picioroange, precum un cârd de găște care mergeau legănat. Fiecare aterizare trebuia să conteze. Străbaterea într-un ritm legănat a luncilor din Cretacic presupunea mai multă energie decât simpla planare pe cer, ceea ce făcea ca nevoia de a lua o gustare să fie și mai importantă. Iar cei care nu aveau grijă sau erau prea încrezători în sine nu ajungeau mereu să-și mai ia zborul din nou.

Nu se va irosi nimic din leșul acestui dinozaur cu coarne. Nu are de ce să-ți pară rău aici. Un leș de această dimensiune va umple multe stomacuri, un bufet care le va da energie celor mari și mici deopotrivă, căci fiecare bucățică din acest dinozaur se va întoarce în ecosistem. Însă carnea de triceratops nu

este nicidecum ușor de digerat. Pterozaurii și păsările de pradă, unele cu dinți mici care li se ițesc de sub ciocuri, au ciugulit deja părțile moi pe care le pot extrage din cadavrul dinozaurului. Cu ajutorul ciocului, scot ochii, pătrund prin nări și sfâșie cloaca, iar tot corpul dinozaurului pare să fie plin de mici răni. Dar, ca să ajungă la organele succulente din interior, este nevoie de forța de zdrobire a maxilarelor, un carnivor putând să-și înfigă dinții în pielea solzoasă, fasciile și mușchii consistenți ai dinozaurului pentru a ajunge la ospățului aflat dincolo de acest înveliș exterior. Necrofagii zburători au așteptat acolo mai mult de o zi după ce masculul de triceratops s-a prăbușit pe peticul său de ferigi. Au ciorovăit, s-au încăierat și au cârâit de deasupra și de pe pielea greu de străpuns a animalului, așteptând nerăbdători să servească masa care nu putea să înceapă fără invitatul de onoare.

În cele din urmă, când nuanțele de albastru și violet ale nopții au început să se reverse peste luncă în cea de-a doua seară de veghe saprofită, o umbră imensă și-a făcut apariția dincolo de limita superioară a pădurii, formată din specii dezgolite de chiparoși și arbori ginkgo. Carnivorul nu se grăbea. Având o lungime de peste zece metri și cântărind mai mult de opt tone, această reptilă înfricoșătoare se afla în vârful lanțului trofic din ecosistemul său. Dar acest lucru nu însemna că era invincibilă. Acest animal era afectat de fracturi, înțepături de insecte și boli ca oricare altul. Dar singura amenințare imediată pentru această reptilă era doar un alt exemplar din specia sa – și chiar și atunci, doar alți câțiva indivizi erau mai mari decât acest exemplar biped impunător, în esență niște maxilare masive cu care să zdrobească oase susținute de un corp dedicat aproape în totalitate acestui scop. O femelă de *Tyrannosaurus rex*, cel mai mare prădător din Hell Creek.

Pielea sa de un maro-roșiatic a căpătat acum nuanțe de portocaliu și auriu de la lumina apusului de soare. Este absolut strălucitoare în timp ce se apropie de leșul inert. Din vârful botului și până în vârful cozii, este acoperită de solzi mici, granuloși, cu un strat gros de peri, precum o coamă, care se întinde în jos, pe gât, până spre coada care devine tot mai îngustă. Câțiva peri similari mustăților sunt prezenți la nivelul bărbiei și maxilarului superior, iar dincolo de pielea aceea plină de receptori senzoriali se ițesc rânduri de colți de 20 de centimetri lungime – o sursă nesfârșită de dinți tăioși, zimțați și puternici care se schimbă pe tot parcursul vieții.

Un alt exemplar din specia sa îi poate observa și ornamentele. Craniul său nu este o sculptură netedă, ci o topografie bogată cu dealuri, văi și creste. O serie de protuberanțe străbat linia mediană a nasului, iar deasupra ochilor se extind în mod vizibil niște proeminente acoperite de cheratină pentru a-i conferi acea figură mereu neclintită. Poate că aceste protruții pot fi numite coarne, dar funcția lor este mai mult ornamentală decât de apărare. Fiecare dintre acestea reprezintă un semn de maturitate și experiență, ușor de recunoscut de către cei din specia sa și care atrage atenția într-un fel specific în timpul ritualului de curtare al acestor tirani.

Femela de *T. rex* își ține brațele minuscule aproape de piept în timp ce se apropie de cadavrul triceratopsului. Nu are ce să apuce sau să sfâșie. Membrele ei anterioare sunt puternice, capabile să țină pe loc un cadavru cu ghearele lor, în timp ce fălcile puternice își fac treaba, dar în general aceste extensii sunt mai degrabă un dezavantaj decât un ajutor. În timpul vânătorii sau al unei lupte cu un rival, brațul poate fi rupt cu ușurință. Corpul tiranozaurului a evoluat astfel încât să pună în evidență capul ce prinde, omoară și sfărâmă cu maxilarele sale puternice, așa că brațele lui mici sunt, în mare parte, irelevante. Totuși, în ciuda faptului că prezentau niște „buzunare” pentru reducerea greutateii și pungi cu aer la nivelul oaselor craniului, susținerea mușchilor și oaselor situate în partea superioară a corpului solicita o forță extraordinar de mare. Membrele posterioare musculoase potrivite pentru deplasarea pe distanțe lungi și coada lungă care îi oferea echilibru îl mențineau pe *rex* într-o poziție aproape orizontală în majoritatea timpului. Cu toate acestea, așa cum au învățat unele mamifere și păsări ghinioniste, putea la fel de bine să se ridice pe membrele posterioare și să smulgă ce găsea pe ramurile copacilor la fel de ușor cum vâna la nivelul solului.

Ani întregi nu s-a confruntat cu nici o amenințare. Acum este prea mare, fiind încrezătoare în statutul de carnivor înfricoșător pe care îl are. Mare parte din camuflajul marmorat pe care îl avea când eclozase dispăruse între timp, fiind slab vizibil sub forma unor cercuri întunecate alături de coloritul deschis de pe gât, burtă și partea internă a coapselor. Restul corpului ei are o nuanță de maro-roșiatic – care nu se trage de la sângele vărsat, uscat între timp, ci pentru că acest tipar o ajută să se camufleze printre umbrele de la marginea pădurii în timpul orelor ei preferate pentru vânat, aproape de răsărit și de

apus. La urma urmei, un *Edmontosaurus* abil poate să depășească un tiranozaur pe teren deschis.³³ Să atace direct un grup de hadrozauri gălăgioși este o pierdere de timp și o cale sigură de a alunga prada, care este acum precaută și nu va mai lăsa garda jos. Este mai indicat să aștepte camuflată și să se arunce deodată, concentrându-și toată greutatea de opt tone în acea primă mușcătură cu care va zdrobi și va desfigura prada.³⁴ Chiar dacă victima reușește să supraviețuiască după această primă mușcătură, *rex* poate să stea și să aștepte până când șocul și pierderea de sânge o vor răpune. Pentru acest carnivor, precauția și grija sunt esențiale. Chiar dacă hadrozaurii nu au coarne cu care să se apere precum *Triceratops* și nu sunt acoperiți de o armură osoasă dură și puternică precum *Ankylosaurus*, cozile lor groase și musculoase tot pot să rupă coaste. Un *Edmontosaurus* care opune rezistență și lovește din picioare nu poate să ucidă un tiranozaur adult pe loc, dar chiar și fracturarea unui braț sau a unei tibii poate duce la infecții și la dureri care îl pot doborî până și pe cel mai de temut prădător.

De fapt, cele mai mari pericole pentru *rex* sunt reprezentate de cele mai mici organisme.³⁵ Femela deschide larg gura pentru a căska în timp ce se apropie de leș, dar o duhoare îngrozitoare vine dinspre fălcile sale. Nu este vorba doar despre mirosul de carne putrezită și respirația de dinozaur. Sub limba mare și lată a acesteia sunt abia vizibile niște mici leziuni în care se află paraziți microscopici care își sapă drum încet prin fălcile sale. I-a căpătat de la un hadrozaur din care s-a ospătat, o gazdă pentru un organism care se bazează pe prădător și pe pradă deopotrivă pentru a-și desfășura ciclul de viață. În timp, acești paraziți vor prolifera la nivelul gâtului și vor produce în maxilarul inferior leziuni suficient de mari cât să încapă un deget gros prin ele – o serie de răni dureroase și chinuitoare din cauza cărora îi va fi aproape imposibil să mănânce și cu atât mai puțin să vâneze. Dar acest lucru nu se va întâmpla pentru încă o perioadă de timp. Azi, în timp ce se apropie de cadavrul putrezit al triceratopsului, își stăpânește în continuare teritoriul din Hell Creek.

Primii săi strămoși nu au fost tot atât de măreți.³⁶ Cu peste 160 de milioane de ani în urmă, în zilele de început ale Triasicului, strămoșii dinozaurilor erau niște animale mici și sfioase. Acoperiți de puf, cei mai mari dintre aceștia aveau 10 centimetri înălțime când stăteau în poziție orizontală. Nu sfâșiau

prada cu ajutorul colților și al ghearelor. Nu aveau spatele acoperit de armuri și țepi. Nu aveau aripi și nu zburau. Acești protodinozauri erau mici și supli, dar săreau. Primii dinozauri nu se puteau gândi la o masă mai selectă decât un coleopter strălucitor și crocant și se foloseau de rata lor de metabolizare rapidă pentru a sări și a traversa pădurile care erau patrule de reptile mult mai mari și mai amenințătoare.

Chiar și când protodinozaurii au crescut mai mari, de mărimea unui ciobănesc german, se hrăneau tot cu coleoptere și cu frunze. Nu erau înfiorători și nici nu se impuseseră. Rudele străvechi ale crocodililor de azi erau cele mai puternice vertebrate în acele zile din Triasic, din anumite puncte de vedere dovedind ceea ce dinozaurii aveau să reinventeze ulterior. În acest context, s-au dezvoltat primii dinozauri și abia aproape de finalul Triasicului unii dintre aceștia vor ajunge la dimensiuni mai mari sau vor ocupa o poziție importantă în lanțul trofic. Dacă nu ar fi existat o extincție în masă, probabil că primii dinozauri ar fi rămas în competiție cu o menajerie de reptile la fel de ciudate care ar fi ajuns să se impună.

Dinozaurii nu aveau de unde să știe acest lucru, dar începuturile umile ale strămoșilor lor aveau să conteze extrem de mult. Puful cu rol izolat, rata de metabolizare rapidă, membrele situate direct sub corp – toate aceste trăsături le-au oferit un avantaj evolutiv atunci când a avut loc o activitate vulcanică intensă și fără precedent de-a lungul a ceea ce este acum Coasta de Est a Americii de Nord, cu aproximativ 135 de milioane de ani înainte de apariția lui *T. rex*.³⁷ Nu a fost precum un desen animat pe muzică de Stravinsky, cu râuri de lavă proiectate în aer din cauza presiunii subterane. Pământul a supurat, lava extinzându-se kilometri întregi, eliberând tone de dioxid de carbon în aer.³⁸ Mările au început să se acidifice. Clima a devenit instabilă, cu fluctuații mari de temperatură. Dinozaurii cu sânge cald au supraviețuit, la fel și sinapsidele cu sânge cald cu care aceștia se ospătau uneori, protejați probabil de fiziologia lor unică și de abilitatea de a-și regla temperatura corporală. Dar rudele crocodililor care stăpâneau Pământul la acea vreme au fost decimate. Unele au supraviețuit – suficient cât să formeze diferite noi specii de-a lungul a ceea ce a mai rămas din Mezozoic –, dar acum rolurile se inversaseră. Dinozaurii dețineau supremația, în timp ce crocodilii care supraviețuiseră s-au retras rapid și s-au stabilit în jurul mlaștinilor. Acest

moment a marcat începutul proliferării dinozauriene care avea să dureze zeci de milioane de ani.

În ceea ce-l privește pe *T. rex*, originea evoluției sale ne aduce înapoi în adâncul Jurasicului. Strămoșii săi erau mici, sprinteni, cu membre care aveau trei degete terminate cu gheare și cu maxilare slab dezvoltate. Nu erau monștrii impunători acoperiți de țepi, cu fălci puternice. Alte tipuri de dinozauri carnivori le-au luat-o înainte – alozaurii, megalozaurii și ceratozaurii – și vor continua să consume carne în cantități mari vreme de zeci de milioane de ani. Deși se aflau și ei acolo, tiranozaurii erau, în general, insignifianți – adică până în urmă cu 14 milioane de ani față de scena la care asistăm acum. În emisfera nordică, prădătorii înfricoșători din epocile anterioare dispăruseră.³⁹ Aceasta a fost o oportunitate pentru tiranozauri. Dintr-odată, acești dinozauri au devenit prădători uriași. Au început să capete dimensiuni tot mai mari, însă brațele lor mici nu au suferit prea multe adaptări în comparație cu craniile lor, echipate cu mușchi puternici. Partea posterioară a craniului s-a lățit pentru a permite dezvoltarea unei musculaturi și mai puternice care să asigure închiderea rapidă a maxilarelor și imobilizarea prăzii cu ajutorul mușchilor puternici de la nivelul gâtului. Adaptările au fost atât de mari, încât s-a schimbat și poziționarea orbitelor – nu mai erau îndreptate în lateral, ci drept înainte – un dar neașteptat al percepției în adâncime. În plus, acești noi tiranozauri puteau să ia urma prăzii lor după cel mai slab miros purtat de vânt. Bulbii olfactivi de la nivelul creierului acestora deveniseră mai mari decât aria dedicată procesării gândurilor. Noii tiranozauri erau niște carnivori complet diferiți față de toți cei care existaseră până atunci.

În aceste ultime zile ale epocii cretacice, tiranozaurii se ridică la înălțimea numelui lor. Acești dinozauri înfiorători controlează atât de mult habitatele în care trăiesc, încât împiedică evoluția posibililor competitori. În Hell Creek, carnivori mici precum *Atrociraptor* vânează rozătoare și se hrănesc cu leșuri, iar carnivori rari, de mărimea unui om, precum *Dakotaraptor*, ar putea înfricoșa un pui de *T. rex*, însă regele tiranic nu are nici o concurență pe măsură în aceste păduri și lunci.⁴⁰ Carnivorele nu se împart în diferite categorii de consumatori – să spunem, de exemplu, că unele se specializează în vânatul de hadrozauri sau de triceratopși și altele în consumul de leșuri –,

pentru că tiranozaurul a pus stăpânire pe aproape toate sursele de hrană.

Schimbările radicale prin care trec tiranozaurii pe măsură ce se maturizează le permit să îndepărteze concurența. Modificările se manifestă rapid pe măsură ce cresc; puii de *T. rex* seamănă mai mult cu strămoșii acestora decât cu exemplarele adulte. Atunci când eclozează din ouăle de dimensiunea unui grepfrut, puii au ochii mari, sunt acoperiți de puf și au picioare lungi, semănând mai degrabă cu niște cuci alergători cu dinți decât cu niște ucigași de nouă tone. Se hrănesc cu insecte, șopârle, mamifere mici și leșuri atunci când au ocazia, iar craniile lor rămân lungi și reduse pe parcursul copilăriei și adolescenței. Dar în jurul vârstei de unsprezece ani începe să se schimbe ceva.⁴¹ Nu doar că încep să ia în greutate, crescând într-un ritm uluitor de rapid, dar și craniul acestora începe să capete o altă formă. Li se lătesc maxilarele și dezvoltă mai mulți mușchi care le permit să pătrundă mai adânc în carne și în oase. Până la vârsta de 20 de ani, tiranozaurii pot să doboare prăzi mari și să reducă întregul cadavru al unui dinozaur cu coarne sau cu cioc de rață doar la niște așchii și resturi. De aceea, nu există nici o specie rivală de dimensiuni similare aici. *T. rex* i-a îndepărtat pe toți într-o cursă evolutivă desfășurată pe termen lung în care puii, adolescenții și adulții dau dovadă de comportamente diferite și vânează prăzi diferite, o singură specie înfiorătoare care prosperă prin pădurile și de-a lungul râurilor din Hell Creek. Și are nevoie de spațiu. În toată America de Nord există doar circa 20.000 de exemplare de *T. rex*, fiecare cu propriul său teritoriu.⁴²

În timp ce se apropie de cadavru, lăsând urme uriașe cu trei degete în pământul moale, femela masivă nu se uită în jur după alți prădători. Chiar și dacă ar fi existat vreun competitor, probabil nu ar fi fost tulburată. Duhoarea râncedă și înțepătoare care vine dinspre triceratops este amețitoare. I-a luat urma acum câteva ore, care fusese purtată de briza de la începutul amiezii ce a scuturat frunzele magnoliei sub care se odihnea. Prin poienile și șirurile impunătoare de arbori de sequoia din genul *Metasequoia*, a urmărit mirosul acelui triceratops mort care devenea tot mai puternic cu fiecare pas pe care îl făcea.

Clănțănește din dinți în timp ce se apropie.⁴³ Sunetul ascuțit sperie pterozaurii și alte păsări cu dinți, care zboară de acolo precum niște muște supradimensionate. Femela tiranozaur nu pierde timpul. Înfigându-și piciorul

stâng în pământul care s-a udat deja de la fluidele ce au început să se scurgă din corp, se lasă pe spate și își pregătește celălalt picior, cu ale cărui gheare despică burta animalului. La prima încercare, ghearele nu trec de pielea și solzii groși, nici la a doua, însă la a treia încercare trasează o tăietură furioasă, iar pielea se rupe și cedează. O mare de sânge închegat se revarsă, în timp ce tiranul măreț își lasă capul în jos și începe să-și îndese bucăți mari de organe între fălci.

Dacă vrea, tiranozaurul poate să smulgă un picior întreg al acelui erbivor mort ca să-l ia cu sine sau poate să-i smulgă capul de pe umeri. Mai târziu, poate că va face asta. Dar încă nu este nevoie să recurgă la astfel de metode violente. Cele mai moi și mai savuroase părți din corp sunt încă intacte. Ca o cumpănă uriașă, își lasă capul în jos și înșfacă încă aproape cincizeci de kilograme de carne tot mai sfâșiată, apoi își lasă capul pe spate ca să o dea pe gât. Rudele sale din rândul crocodililor și păsărilor pot să facă același lucru – este o abilitate străveche, numită hrănire fără mestecare, și cu siguranță le este utilă animalelor care duc lipsă de brațe cu care să poată apuca lucruri sau de abilitatea de a-și mesteca hrana. Practic, maxilarele sale sunt ca niște foarfece biologice, adaptate pentru a apuca și a sfâșia. Mușchii intestinali și sucurile gastrice de la nivelul stomacului ei vor face mare parte din treabă, fiind extrași cât mai mulți nutrienți într-un timp cât mai scurt.⁴⁴ Așa stau lucrurile când ai metabolism rapid. Nu poate să se îndoape și apoi să zacă într-o stare de letargie vreme de zile sau săptămâni în timp ce fiecare bucătică de hrană este digerată. Succesul prădalnic este dat de viteza și puterea sa, iar costul pe care trebuie să-l plătească pentru hrană este ridicat. Corpul ei trebuie să proceseze repede și să valorifice cât mai mult fiecare masă înainte ca toate acele țesuturi delicioase să se transforme în excremente uriașe, care conțin fibre musculare și resturi de oase.

Femela mănâncă lacom, acordând puțină atenție necrofagilor zburători care încearcă să înhațe vreun rest când își dă capul pe spate pentru a înghiți o altă porție uriașă. Oricât de delicioasă ar fi carnea triceratopsului, ochii tiranozaurului sunt mai mari decât propriul stomac. Aproape imediat după ce înghite o altă porție, se întoarce și regurgitează tot ceea ce a mâncat până atunci, o grămadă de resturi de triceratops. Își scutură capul greu, pufnește și se întoarce la carnea proaspătă în timp ce pterozaurii și păsările înfulecă

repede resturile expulzate de *T. rex*. Este suficientă hrană pentru toate gurile flămânde.

Cu fiecare oră care trece, leșul devine tot mai mic. Oasele care au fost roase cu ajutorul dinților ascuți ca niște cuie pentru a desprinde mușchii mai sățioși de pe ele sunt acum smulse și sfărâmate între maxilarele puternice pentru a extrage orice bucățică de carne sau de măduvă ar mai putea conține.⁴⁵ Femela conduce ceremonia, dar nu este o gazdă neplăcută. La urma urmei, nu poate să mănânce la nesfârșit, iar când se retrage ca să se odihnească la umbra palmierilor din apropiere, celelalte carnivore vin să-și ia partea. Fie că vin singuri sau în perechi, dromeozaurii de dimensiuni mici culeg oasele ronțuite de pe jos – ceea ce reprezintă firimituri pentru tiranozaur e un adevărat ospăț pentru aceștia. Totuși, unii ciorovăiesc și se ceartă legat de cine ar trebui să-și atribuie prada, lăsând pene maronii și albe presărate în jurul oaselor, în timp ce fiecare pasăre, raptor și pterozaur încearcă să prindă câte o bucățică. Scenariul se reia, tiranozaurul se întoarce să-și ia partea, iar ceilalți ciugulesc resturile, apărând ordine în tot acest haos sinistru al priveliștii.

Curând, nu mai rămâne decât un craniu cu trei coarne acoperit de un strat de carne uscată. Toate părțile bune de la nivelul membrelor, șoldurilor, cozii și gâtului au fost consumate. Femela de *T. rex*, a cărei burtă este acum mai plină de oase decât de carne, adulmecă craniul desfigurat și îl împinge cu botul. Nu a mai rămas nimic pentru ea acolo. Nu mai miroase a hrană, ci a moarte, așa că lasă resturile pentru orice necrofag le va vrea – pentru diptere, coleopterele necrofage din genul *Nicrophorus* care își vor crește larvele în interiorul oaselor, speciile de fungi care vor crește din pământul îmbogățit cu un astfel de fertilizant și nenumăratele microorganisme care vor duce la bun sfârșit acest mare proiect de reciclare. Acest triceratops nu se va alătura rudelor sale conservate ca fosile. Numai pământul bătătorit va sta mărturie a faptului că acest erbivor a existat vreodată.

Sătulă, femela de *T. rex* începe să o ia la pas din nou. Singurul cuib pe care îl cunoaște este cel pe care și-l face în fiecare noapte pe cuprinsul teritoriului ei, o zonă cu granițe mereu schimbătoare care trebuie marcată și apărată constant față de alți semenii ai săi. Cu toate acestea, nu se așteaptă să vadă vreun alt tiran. Dacă, în timp ce se deplasează printr-un luminiș, vede un alt

tiranozaur sau observă o umbră mare strecurându-se printre copaci, va întâmpina această amenințare la adresa teritoriului său cu toată forța.

Dar în această dimineață domnește liniștea. Soarele este încă jos pe cer, la linia orizontului, revărsându-și lumina aurie peste mlaștini și șirurile de copaci. Femela de *T. rex* își continuă patrularea fără a se îndrepta în vreo direcție anume, scrutând absentă orice ar putea să-i atragă atenția. Chiar dacă nu trebuie să vâneze acum, nevoia de a mânca va reapărea curând și ar fi bine să se afle într-un loc în care sunt șanse mari să treacă vreo pradă. Dar nu se mulțumește cu orice. Ecosistemul din Hell Creek freamătă de viață. Insectele bâzâie și cântă în copaci. Crocodilii și champsozaurii, imitații ciudate ale crocodililor, prind pești și țestoase mici în mlaștinile sufocate de vegetație. Mamiferele acoperite de blană chițăie, comunicând unele cu altele din vizuinele în care stau ascunse și de pe crengile copacilor. Șopârlele traversează în viteză buștenii, iar șerpilor se strecoară printre tufișurile de ferigi. Fiecare dimineață începe cu o sporovăială a păsărilor și pterozaurilor, care comunică cu semenii lor și fac o gălăgie ce poate trezi aproape orice dinozaur. Teoretic, tiranozaurul poate să transforme într-o gustare oricare dintre aceste ființe, dar vânarea unei prăzi mai mici este, de obicei, rezervată pentru vremuri disperate. Prada sa preferată trebuie să fie demnă de efortul depus, să fie suficient de mare și de neatentă pentru a fi luată prin surprindere.

Ocazional, se va ospăta și cu unii dinozauri de talie medie, mai ales când este suficient de norocoasă ca să dea peste vreun leș. Dar majoritatea sunt prea rapizi sau nu merită efortul depus. Exemplarele de *Ornithomimus*, care seamănă cu niște struți, sunt ușor de zărit, mai ales cu penele lor complexe de la nivelul brațelor, dar aleargă mult prea repede. *Pachycephalosaurus*, care au capul în formă de cupolă, sunt și ei destul de agili, dar, în orice caz, nu se găsesc într-un număr prea mare. Raptorii mai mici adeseori o zbughesc atunci când se apropie vreun tiranozaur și, din experiența ei, nu ajung atât de aproape încât să-i poată ataca decât atunci când încearcă să mănânce și ei din același leș. Și, cu toate că bipedul *Thescelosaurus* nu prezintă nici un mecanism de apărare în afară de camuflajul său natural, nu merită să depui energia necesară pentru a prinde acest erbivor. Pentru un *rex* de vârsta și mărimea ei, să treacă de la o masă la alta este obositor. Mai bine să-și

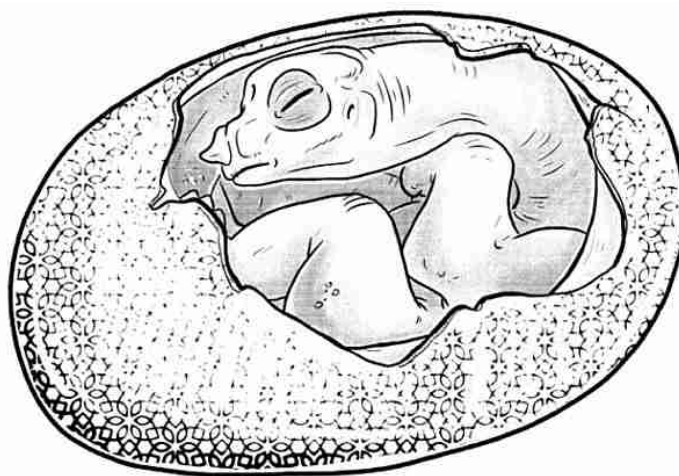
folosească energia pentru un ospăț consistent decât să încerce să-și potolească foamea cu aperitive.

Dintre cele trei mari specii erbivore care se întâlnesc în zonă, numai două merită vâdate. Mărețul edmontozaur se deplasează în turmă. Toți acei ochi care stau de pază testează abilitatea tiranozaurului de a se strecura, însă există și un număr mare de ținte care nu sunt precaute pentru că au un sentiment de falsă siguranță. Ca să nu mai spunem că numai cozile late și groase ale acestor dinozauri furnizează suficientă hrană pentru câteva zile. Cu triceratops este puțin mai complicat. Aceste erbivore cu trei coarne trăiesc în grupuri ca adolescenți, dar, când devin adulți, se separă în cele din urmă. Uneori, se adună pentru a paște împreună, dar nu formează turme organizate. Doborârea unui triceratops cere antrenament și noroc. Coarnele lui lungi pot provoca răni și infecții îngrozitoare; trebuie să fie atacat din spate cu o mușcătură inițială feroce înainte de a apuca să se întoarcă și să-și înfrunte dușmanul. Dar chiar și așa este mai bine decât să aibă de-a face cu *Ankylosaurus*. Acest erbivor de statură joasă nu este lipsit de vulnerabilitate, însă până și pleoapele sale sunt protejate de armură. Un tiranozaur poate să-și piardă câțiva dinți doar încercând să găsească locul potrivit pentru a mușca, riscând să se aleagă cu o lovitură lansată de coada în formă de buzdugan, de mărimea unei roți de mașină, care poate sfărâma cu ușurință oase. Un *T. rex* poate face față unei fracturi ușoare căpătate într-o luptă cu un edmontozaur sau unei tăieturi provocate de un corn de triceratops, dar o lovitură zdravănă produsă de coada în formă de buzdugan a unui *Ankylosaurus* poate fi devastatoare, chiar mortală.⁴⁶ Singura dată când femela de *T. rex* s-a ospătat dintr-un astfel de exemplar, rostogolindu-l și săpând în burta moale a acestuia, a fost atunci când a dat din întâmplare peste unul care murise din cauze naturale.

Nici una dintre prăzile ei preferate nu pare să fie prin preajmă în această dimineață. La apropierea ei, păsările își iau zborul de la sol, iar mamiferele își strigă dezacordul cu falsa lor bravadă, dar femela de *T. rex* trebuie să mai străbată ceva drum ca să găsească un teren potrivit pentru vânatoare. Și apoi i s-a făcut sete. În timp ce soarele care a trecut de jumătatea dimineții începe să șteargă umbrele prelungi din zorii zilei, tiranozaurul trece printr-un șir de arbori de sequoia care cresc lângă un mic iaz și își lasă capul în jos pentru a

se adăpa. O țestoasă alunecă în apă de pe bușteanul pe care stătea întinsă, carapacea fiindu-i repede înghițită de un nor de mâl răscolit de pe fundul apei. Apoi o altă plescăitură, produsă de o pasăre cu dinți care a așteptat pe o creangă și a zburat spre suprafața apei, ridicându-se repede cu ceva mic și argintiu în cioc. Femela de *T. rex* urmărește pasărea în timp ce-și ia zborul, nu este flămândă, ci mai mult curioasă. Deseori, în prezența ei, totul devine tăcut, așa că orice mișcare îi atrage atenția. Cu un pufăit, își lasă capul în jos pentru încă o gură sățioasă de apă, înainte de a se scutura din cap până în picioare și de a se întoarce spre șirurile de copaci.

Nu va mai simți vreodată pulsarea violentă și vitală a sângelui proaspăt în gură. Fără știrea sa și a celorlalte organisme de pe Pământ, sfârșitul lumii se apropie mai repede ca niciodată, cu o viteză de douăzeci de kilometri pe secundă.



În altă parte

Formațiunea North Horn, estul statului Utah, SUA

Micuțul dinozaur dă din piciorușe și se întoarce în propriul său bazin privat, strângând din dinții aproape microscopici, în timp ce se așază într-o poziție mai confortabilă.⁴⁷ Nu va mai dura mult până când va ieși din găoace. Spațiul din interiorul oului cu coajă tare devine tot mai îngust din cauză că acest mic dinozaur cu gâtul lung crește tot mai repede, iar acel dinte ascuțit și temporar⁴⁸ necesar pentru a sparge coaja iese deja în afară din botul

embrionului ca o proteză caraghioasă. Pe parcursul ultimelor luni, puiul a ajuns de la un agregat de celule care s-au multiplicat rapid la un animal care seamănă cu un dinozaur. S-au dezvoltat nervi, vase de sânge, mușchi, oase, dinți și organe vitale și au luat forma unui animal pe care paleontologii îl vor numi într-o zi *Alamosaurus sanjuanensis*⁴⁹ – unul dintre cele mai mari animale care au existat vreodată pe Pământ.

Oul titanului care tocmai se naștea, unul dintr-o grămadă de doisprezece, fusese așezat într-un cuib săpat în nisip de mama sa care avea o lungime de peste 24 de metri și o greutate de peste 20 de tone. Unii adulți cresc chiar mai mari de atât. Cei mai mari măsoară peste 30 de metri, din vârful botului cu dinți precum niște creioane ascuțite și până în vârful cozii înguste. Un *T. rex* care stă pe vârfuri nu le ajunge nici măcar până la umeri. Nu că tiranozaurii ar fi ajuns vreodată atât de aproape pentru a face o comparație directă. Chiar și cele mai mari carnivore pot fi doborâte și rănite iremediabil dacă primesc o lovitură puternică de coadă sau sfârșesc sub picioarele groase ca niște piloni ale acestora. Având o lungime de două ori mai mică și o treime din greutatea unui alamozaur, tiranozaurii nu vânează de obicei acești erbivori uriași, dar așteaptă până când unul dintre ei moare din altă cauză. Ceva simplu precum o infecție bacteriană le poate asigura hrană pentru săptămâni întregi; acest gurmând carnivor poate să se așeze chiar în corpul titanozaurului și pur și simplu să-l mănânce dinăuntru în afară.

Însă nu toți tiranii apucă să se bucure de asemenea ospete. Alamozaurul este un animal migrator care provine din continentele aflate în emisfera sudică, unul dintre titanozaurii cu corpul îndesat și gros care s-au răspândit pe cuprinsul Africii și Americii de Sud din perioada cretacică. Deși respectă același plan anatomic de bază ca primele sauropode, precum *Brontosaurus*, titanozaurii sunt mult mai robuști. Un alamozaur și un brontozaur de aceeași lungime ar avea însă o greutate foarte diferită, atât de diferită încât până și urmele lăsate în pământ atestă această discrepanță. În cazul uriașilor din Jurasic, precum *Brontosaurus* și *Diplodocus*, cea mai mare parte a greutateii lor se sprijinea pe șolduri. De aceea, membrele lor posterioare late au lăsat urme mai adânci în sediment decât cele anterioare. Dar *Alamosaurus* este un dinozaur la care greutatea se concentrează în partea anterioară. În cazul titanozaurilor, centrul de masă al acestora este situat mai aproape de umeri,

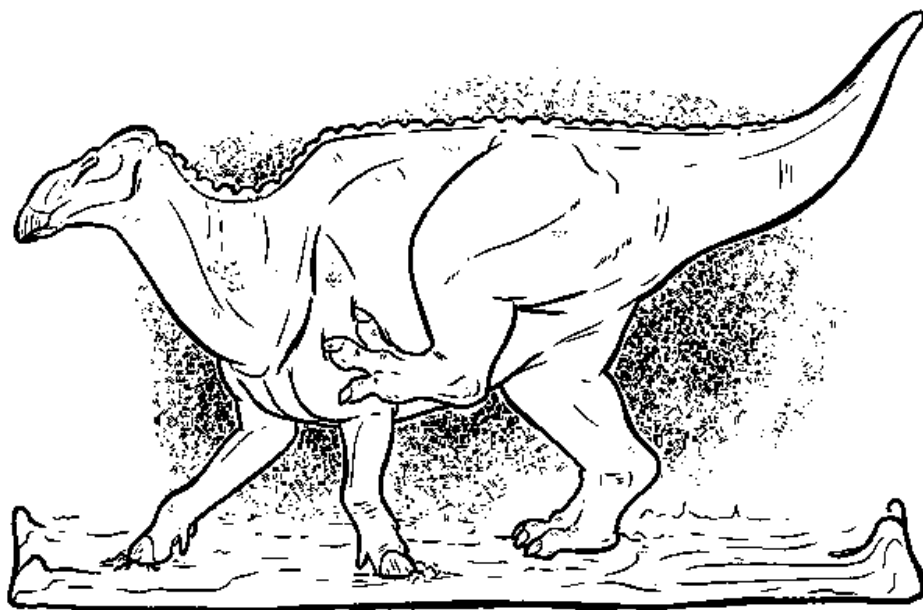
brațele fiindu-le împachetate în mușchi puternici, așa încât urmele lăsate de membrele anterioare sunt mai adânci decât cele ale altor dinozauri cu gâtul lung.

Acești uriași sunt dinozaurii care, în cele din urmă, s-au întors în nord spre finalul perioadei cretacee, repopulând o nișă care rămăsese neocupată vreme de zeci de milioane de ani.⁵⁰ Dinozaurii cu cioc de rață, dinozaurii cu coarne și ankylozaurii sunt cele mai mari erbivore de pe continentele din emisfera nordică, întrucât abilitatea lor de a smulge, de a mărunți și de a mesteca vegetația plină de fibre, precum buștenii putreziți, le-a conferit un avantaj evolutiv. Sauropodele lipseau din peisaj, iar sosirea alamozaurilor în America de Nord în perioada cretacică a marcat întoarcerea uriașilor care au devorat tone de vegetație ce aveau să fie descompuse în intestinele acestora. Volumul de metan emis poate fi copleșitor atunci când acești uriași se adună la un loc.

Dar alamozaurul nu s-a răspândit pe tot cuprinsul continentului nordic. Acest erbivor gigantic nu a ajuns în nord până la formațiunea Hell Creek, ci doar până în regiunile preistorice ale statelor New Mexico, Texas și Utah, chiar la granița sudică a zonei frecventate de tiranozaurul suprem. Formațiunea North Horn este unul dintre singurele locuri din lume, din orice epocă, în care tiranozaurii puteau să se ospăteze cu un sauropod.

Pentru astfel de prădători, oul de alamozaur care este pe cale să eclozeze nu le ajunge nici pe o măsă. Oul în care este închis puiul e cât o minge ceva mai mare decât cea de baseball. După ce va ecloza, puiul nu va fi mai mare decât o pisică domestică – puțin chiar și pentru un tiranozaur adolescent. Părinții alamozaur nu fac prea multe ca să descurajeze astfel prădătorismul, spre deosebire de alți dinozauri care își protejează puii uneori timp de mai mulți ani. Însă, asemenea altor sauropode, alamozaurul pur și simplu își depune ouăle în grămezi mari, supraveghează cuibul în timp ce puii incubează pe baza unui vechi instinct și îl părăsesc când se apropie sezonul de eclozare. Puii sunt pe cont propriu, țipetele lor ascuțite fiind auzite doar de ei înșiși – și de micile mamifere, crocodilii, șerpilor și dinozaurii cu pene care se hrănesc cu ei – atunci când își părăsesc cuibul și o zbughesc în pădurile cretacee. De aceea, fiecare element din scheletul membrelor lor, care inițial are structură cartilaginoasă, se osifică și fuzionează înainte de restul elementelor din scheletele lor minuscule. Trebuie să fie pregătiți să fugă din

secunda în care micuțele lor membre ating solul. Din acel moment, doar norocul va decide cine va supraviețui în primul an critic de viață. Majoritatea nu vor reuși s-o facă.



2. Impactul

O mâncărime. Acest sentiment deranjant străbate iar și iar corpul tânărului exemplar de hadrozaur. Mâncărimi peste mâncărimi, o senzație îngrozitoare de furnicături între degete și pe lateralele corpului său acoperit de solzi.

Tânărul edmontozaur poate să facă un singur lucru. Aflat la adăpostul umbrei pădurii, la marginea unei mici turme de dinozauri, erbivorul cu cioc în formă de lopată se oprește pentru a scăpa de acea mâncărime usturătoare. Un fag ar fi minunat în această situație. Trunchiurile joase, noduroase și aspre ale acestor copaci sunt tocmai bune de scărpinat. Îndoindu-și coada groasă și puternică pentru a-și apleca jumătatea anterioară a corpului, dinozaurul pășește cu grijă și începe să se scarpine de trunchi, iar această mișcare de frecare oferă o alinare temporară corpului acoperit de solzi granuloși.⁵¹

Acest edmontozaur, un mascul încă tânăr și de aproape șase metri lungime, nu este primul care vizitează acest loc pentru a scăpa de mâncărimi. Scoarța fagilor și cea a altor arbori din apropiere – precum paltinii americani, cornii și laurii – au fost netezite până la rupere de dinozauri disperați să găsească o formă de alinare. Ici-colo ieșea la iveală sevă vâscoasă care colecta mici

diptere și alte nevertebrate nefericite înainte de a se întări și a deveni rășină. Într-o zi, aceste biluțe poate vor deveni pietre de chihlimbar. Dar pentru moment sunt doar urme lăsate de megaerbivore pentru care această parte a luncii reprezintă casa lor. Generații întregi de dinozauri și-au croit drum prin pădure în acest fel, fiecare zonă de scărpinat încurajând același comportament până când turmele de edmontozauri au ajuns să-și stabilească zonele preferate.

Tânărul edmontozaur scoate un sunet ascutit de satisfacție în timp ce coboară din nou pe cele patru picioare, membrele posterioare prevăzute la capăt cu trei degete începând să-l pună în mișcare. Oricât de satisfăcătoare ar fi fost scărpînătura, să rămână prea mult în urmă e cam riscant. Chiar dacă edmontozaurul este suficient de mare pentru a nu ajunge în fălcile unor prădători mai mici precum *Acheroraptor* – și poate chiar să-i alunge cu o lovitură puternică de coadă –, este însă suficient de mic pentru a hrăni vreme de o zi un exemplar mare de *T. rex*. Cel mai indicat este să nu riște să se aleagă cu o mușcătură venită din spate. Pas cu pas, edmontozaurul prinde din urmă restul turmei și își croiește drum printre corpurile de dinozauri îngrămădite unele în altele în timp ce străbat cu toții pădurea.

Frica sănătoasă de dinții ascuți și ochii prădătorilor care pândesc din umbra pădurii l-a făcut pe edmontozaur să remodeleze în mod neintenționat mediul din jurul său. Trăiește într-o atmosferă dominată de teamă, iar deplasarea turmei marchează granițele acestui teritoriu invizibil, mereu în schimbare.

Un exemplar solitar de edmontozaur nu dispune de nici un instrument de apărare extraordinar. Acești dinozauri nu au coarne precum triceratopșii sau solzi duri care să le acopere pielea precum ankylozaurii. Un adult de mari dimensiuni poate să lovească și să-și folosească coada dacă este atacat, dar s-ar putea ca rănilor suferite să fie deja prea grave pentru a mai putea supraviețui. Până ajunge la maturitate, orice edmontozaur vede întâmplându-se acest lucru: o săritură bruscă la marginea pădurii, o imagine neclară cu niște fălci uriașe căscate din umbră care sfarmă și omoară.

Și astfel edmontozaurii au devenit foarte precauți când vine vorba de marginea pădurii. Trunchiurile de copaci pot să ascundă prea ușor un tiranozaur care stă la pândă, și doar trosnetul unei crengi sau țipătul unei

păsări alarmate ar putea oferi vreo avertizare. În schimb, pajiștile și luncile sunt mult mai sigure pentru turmele de edmontozaur. Aici nu există surprize. Orice tiranozaur care stă la pândă va trebui să iasă din umbră pentru a fi văzut, moment în care hadrozaurii vor avea suficient timp pentru a-și folosi avantajul într-o astfel de confruntare: viteza.

Deși au o forță incredibilă de a-și devora prada, tiranozaurii adulți nu pot să se deplaseze prea repede. În general, pășesc agale, având un ritm lent. În caz de urgență, pot să atingă o viteză de până la 24 de kilometri pe oră. Dar nu trebuie să se deplaseze repede. Nu sunt adaptați pentru a-și alerga prada. *T. rex* – ca alți mari tiranozauri de dinaintea lui – s-a adaptat să vâneze luând prada prin surprindere, așteptând momentul potrivit pentru a-și folosi forța picioarelor ca să facă un salt uriaș. Dacă tiranozaurul ratează și prada scapă, sau dacă este observat înainte de acest moment critic, vânătoarea se termină și marele carnivor își vede de drum. De-a lungul milioanei de ani în care tiranozaurii și hadrozaurii au coexistat, această strategie de vânătoare a modelat caracteristicile edmontozaurului. Dacă au unde să alerge, edmontozaurii adulți pot să se ridice pe membrele posterioare și să-și ia avânt, atingând o viteză de aproximativ 45 de kilometri pe oră. Nu e nici pe departe un record de viteză pentru un dinozaur terestru, dar pentru aceștia este suficient. Dacă un edmontozaur dintr-o turmă vede un tiranozaur și dă alarma, întreaga turmă o ia la goană, forțând astfel tiranozaurul să vâneze în altă zi.

În mod firesc, edmontozaurii nu sunt mereu în alertă. Unii dintre ei ajung să fie prinși, mai ales când trebuie să traverseze zone de pădure pentru a ajunge în locurile lor preferate pentru pășcut. La fel ca orice carnivor din orice epocă, tiranozaurii îi atacă în mod intenționat pe cei bătrâni, bolnavi și tineri, lăsând deoparte în general adulții sănătoși. Deși nu pot să învingă în luptă un tiranozaur, edmontozaurii pot totuși să riposteze și să aplice lovituri puternice care pot provoca fracturi. Prin urmare, *T. rex* încearcă adeseori să atace exemplare mai tinere atunci când poate, edmontozaurii trecând, de la o generație la alta, printr-o presiune evolutivă de a crește tot mai repede. Dezvoltându-se mai rapid, edmontozaurii se grăbesc să ajungă la niște dimensiuni care vor reduce riscul de a fi atacați de carnivore. În general, dacă pot să supraviețuiască în primul an de viață, șansele de supraviețuire cresc

constant până când îmbătrânesc și articulațiile încep să cedeze din cauza artritei.⁵²

Natura habitatelor din Hell Creek este influențată și modelată de aceste interacțiuni. Deși este complet adevărat că plantele formează fundația oricărui lanț trofic, ecosistemele sunt afectate și de dinamica de forțe care acționează de sus în jos, la nivelul animalelor. Un ecosistem nu se formează pur și simplu de jos în sus, ci este cumva modelat de diferite presiuni – mediile evoluează la fel ca animalele. Astfel, turmele de edmontozauri contribuie fără să știe la garantarea supraviețuirii lor prin menținerea spațiilor deschise cu vegetație joasă.

Fără edmontozauri sau triceratopși, mare parte din formațiunea Hell Creek ar fi probabil împădurită.⁵³ Copacii tineri ar concura unii cu alții pentru spațiu și lumina soarelui, astfel încât pădurile din perioada cretacică ar fi mult mai dese, cu un număr mai mare de copaci tineri care ar putea să-și urmeze potențialul dendrologic. Însă, cu astfel de megaerbivore în preajmă, mulți dintre lăstari sunt smulși înainte să poată dezvolta rădăcini mai puternice. Turmele de edmontozauri plivesc practic o grădină cretacică, menținând spațiile deschise așa cum le place. Mai mult de atât, deplasările repetate ale acestor dinozauri creează cărări și bătătoresc treptat pământul. Anotimp după anotimp, micile gropi din noroi devin băltoace, care apoi devin iazuri, habitatele modificându-se doar prin forța deprinderilor dinozaurilor.

Chiar și habitatele idilice prezintă pericole și neplăceri. *T. rex* nu este singura ființă din Hell Creek care se hrănește cu dinozauri. De fapt, tânărul mascul de edmontozaur este deja mâncat de o altă specie. Mâncărimea este o senzație ce poate fi ameliorată, dar erbivorul nu are nici o idee ce anume o produce – păduchi.⁵⁴

Edmontozaurul este o gazdă numai bună pentru păduchi: metri după metri de carne dinozauriană suplă ce așteaptă să fie găurită de micile aparate bucale ale acestora. Deși pielea dinozaurului este, în general, dură, ferind animalul de julturi, zgârieturi și lovituri provenite în urma deplasărilor prin pădure, se pot crea și mici cute și cavități în locurile în care membrele se îmbină cu trunchiul și de-a lungul gâtului. Aceste zone călduroase și întunecoase sunt prielnice pentru păduchi și alte artropode care străpung epiderma dinozaurului suficient pentru a ajunge la un capilar din care să se hrănească.

Toate acele mese permit apariția următoarei generații, care va continua să se dezvolte la fel ca părinții lor. Și ținând cont de tamponările, înghiontelile, încălecările și celelalte forme de contact fizic dintre edmontozauri, păduchii au suficiente oportunități să se răspândească. În cazul adulților, aceștia produc, în general, doar un disconfort. Insectele produc mâncărimi și răni, dar fac parte din ciclul vieții, la fel ca soarele de deasupra capului sau briza care adie printre magnoliile înflorite. Însă, în cazul puilor, păduchii pot fi o adevărată problemă dacă părinții au o încărcătură parazitară mare; iar din cauza efortului pe care trebuie să-l depună sistemul imunitar pentru a lupta împotriva acestora, dezvoltarea membrilor mai tineri ai turmei poate stagna. Cel mai bun lucru la care pot spera hadrozaurii este să găsească copaci de care să se scarpine, zone noroioase în care să se tăvălească sau o noapte suficient de rece pentru a omorî o parte din păduchi.

Turma a ajuns acum pe un teren deschis, lăsând în urmă pădurea întortocheată care le oferea umbră și intrând într-un luminiș vast, presărat cu ferigi și cicadee întrerupte ici-colo de palmieri care se înalță drepti spre cer. Acesta este un loc bătătorit, un loc în care s-a păscut intensiv; cândva o zonă plină de vegetație, numai bună pentru luat masa, acum a devenit doar un popas pentru a lua o mică gustare. Edmontozaurii și triceratopșii au schimbat mediul din jur. Aceste erbivore mănâncă puieții, se freacă de copaci și băătoresc pământul, păstrând luminișurile cretacice mai defrișate decât erau. Dinozaurii înfomețați rumegă oricum, aplecând-și botul lung și pătrătos pentru a smulge și a mărunți vegetația. În ciuda numelui care le-a fost atribuit milioane de ani mai târziu, nu sunt ca niște rațe. Ciocul aflat în prelungirea maxilarelor are mai degrabă formă de lopată, amintind de botul vacilor și ajutându-i, alături de dentiție, să mărunțească chiar și cea mai dură vegetație. Botul lung al dinozaurilor e mărginit de un cioc pătrătos și crestă care e îndreptat în jos – o formă adaptată pentru a smulge repede o cantitate mare de vegetație joasă. Și, spre deosebire de rațele actuale care vor evolua în cele din urmă din dinozaurii aviari, edmontozaurii au un număr de peste o mie de dinți înghesuiți unii într-alții. În mod individual, fiecare dinte nou are forma unui diamant neșlefuit. Dar așezați laolaltă și uzați de la ruperea plantelor care sunt pline de pământ și care au început să dezvolte mecanisme de apărare împotriva erbivorelor, acești dinți macină ca niște molari uriași,

mărunțind și pasând orice ajunge în gură. În lunile mai reci, un hadrozaur poate să se hrănească cu bușteni putreziți din care să-și ia aportul zilnic de fibre – împreună cu ciupercile și insectele care contribuie cu o cantitate mică de proteine.⁵⁵ Dar dinții acestor erbivore înfometate sunt doar o parte din aparatul lor bucal impresionant. Oasele craniului acestor dinozauri prezintă elasticitate și se flexează.⁵⁶ Nu au o poziție fixă, pentru că întregul craniu este precum o pereche de foarfece formate din oase. Când maxilarul inferior se ridică cu fiecare mișcare de mestecat, cel superior se flexează în exterior și lateral, împingând materia vegetală spre dinții care o mărunțesc. Acești dinți revin în poziție de repaus când maxilarele se deschid din nou, pregătite pentru o nouă rundă de rumegat. E o structură anatomică extrem de impresionantă a cărei măreție este cumva umbrită de faptul că fiecare edmontozaur are o creastă mică și subțire, ca o cupolă, care îi ajută pe membrii turmei să se diferențieze între ei. Este un ornament caraghios, însă acești dinozauri îl consideră destul de atrăgător.

Turma este liniștită; animalele fornăie și pasc. Nu există nici o urmă de miros de carnivor în aer, nici o duhoare de la vreun cadavru care să-i facă să se îngrijoreze. Este o zi însorită. O briză ușoară mai domolește pentru moment căldura din timpul zilei. Dinozaurii pot să pască neperturbați. Nici unul dintre cei treisprezece membri ai micii turme nu este conștient de ceea ce tocmai s-a întâmplat.

Nimic nu prevestește catastrofa. Nici o schimbare în direcția vântului, nici un cer care să se întunece. Nici un fulger, nici un tunet. Pentru dinozauri, această mică zonă din Hell Creek, Montana, este la fel ca oricând altcândva. Dar la peste trei mii de kilometri depărtare, un fragment de rocă spațială cu un diametru mai mare de 11 kilometri tocmai s-a prăbușit pe Pământ. Așa începe sfârșitul lumii.

Bineînțeles, această rocă spațială nu a apărut pur și simplu de nicăieri. Piatra ucigașă are propria istorie, s-a format în milioanele de ani în care dinozaurii au trăit, au murit, au evoluat și au dispărut. Evenimentele care au dus la producerea acestui moment au început cu mult timp în urmă și la milioane de kilometri depărtare, evenimente arbitrare care s-au acumulat în timp pentru a produce o catastrofă și care pot fi înțelese doar privite retrospectiv. Zguduirea vieții de pe Pământ a început în spațiul rece, întunecat

și lipsit de viață.

Norul lui Oort este un soi de negură străveche care înconjoară sistemul nostru solar.⁵⁷ Numărul de obiecte pe care le conține este imposibil de calculat, este atât de mare încât cifrele își pierd semnificația. Milioane, miliarde, mii de miliarde de obiecte. Chiar dacă te aflai acolo în momentul în care se formau primele roci, ți-ai fi petrecut întreaga viață numărând toate fragmentele de corpuri și resturi înghețate și ai muri de bătrânețe înainte să apuci să te apropii în vreun fel de numărul real. Este de o frumusețe uluitoare, dar reprezintă și groapa de gunoi a sistemului nostru solar – un loc în care meteoriții, cometele și asteroizii s-au format din resturile de roci spațiale care nu s-au unit pentru a alcătui o planetă.

Din acest spațiu imens plin de resturi de materie înghețată, doar o singură rocă este importantă pentru povestea noastră. Este un fragment solitar de piatră spațială a cărei indiferență rece o va face cel mai letal obiect cu care viața de pe Pământ se va întâlni vreodată. Este un monstru uriaș din rocă ce plutește prin spațiu. Cât privește compoziția sa, este un condrit carbonic, o formă străveche de rocă spațială care conține mici particule. Aceste mici particule, numite condrule, sunt fragmente de minerale, precum piroxenu, prinse în piatră. Această rocă este o rămășiță care provine dintr-o perioadă mult mai îndepărtată și care a reușit cumva să nu fie integrată într-un alt agregat sau să fie distrusă.

Nu se știe de unde anume exact provine bucata de rocă letală. Probabil, a făcut parte cândva dintr-o planetă care a fost distrusă în urma unui alt impact cosmic. Poate că este o parte care a rămas de la formarea unei planete, echivalentul interstelar al unei bucăți de aluat care a rămas prinsă de pereții unui castron. A călătorit pentru o vreme ca parte dintr-un imens grup de roci care plutesc în spațiu fără nici o direcție anume și care răspund la tendințele universului. A lovit alte roci și a fost lovită, la rândul său, de alte roci, ceea ce i-a dat înfățișarea plină de cicatrici specifică unei adolescențe dificile petrecute în spațiu. Având un diametru de peste 16 kilometri, este mult prea mare pentru a fi distrus în totalitate, așa că se tot alege cu cicatrici.

Dar ceva s-a schimbat. O forță invizibilă, irezistibilă a început să atragă roca spre centrul sistemului solar. Nu e tocmai ca o rază de tractare din filmele SF, dar ideea nu e departe. Soarele și Jupiter sunt corpuri cerești prea

mari pentru a fi evitate de asteroidul ce își face mișcarea de circumnavigație a spațiului. Forța de gravitație atrage roca și mai aproape. Masa Soarelui este de 333.000 de ori mai mare decât cea a Pământului. Jupiter are comparativ doar o masă de 333 de ori mai mare decât cea a Pământului, dar tot este suficient. Cele două au, împreună, o forță suficient de mare pentru a direcționa roci masive pe alte traiectorii în cadrul sistemului solar. În timp, puțin câte puțin, roca este atrasă tot mai aproape pe distanța de 756 de milioane de kilometri dintre Soare și Jupiter.

Distanța dintre Soare și această planetă este atât de mare, încât un asteroid ar putea să dispară pur și simplu în spațiul dintre cele două. Vidul aflat între acestea se întinde pe o distanță de două ori și jumătate mai mare decât cea dintre Pământ și Marte. Este un spațiu deschis, care se întinde pe milioane de kilometri în orice direcție te-ai uita, un abis în comparație cu care și planetele par mici. Roca spațială ar putea să-și găsească locul cu ușurință acolo și să-și stabilească o nouă reședință, rotindu-se în timp ce toate acele mici ciocniri ar reduce-o la simple componente ale versiunii sale inițiale. Dar nu se va întâmpla asta. Fiind atras tot mai aproape, asteroidul începe să se încălzească. Și odată cu căldura vine și expansiunea. Încep să se formeze puncte sensibile în fragmentul uriaș de rocă pe măsură ce se apropie tot mai mult de suprafața planetei Jupiter. Cu fiecare centimetru parcurs, pare să se afle tot mai mult pe o traiectorie de ciocnire cu această planetă.

Forța de gravitație începe să fie prea puternică. Asteroidul este tras și întins precum o caramela cosmică, transformându-se dintr-o formă neregulată, aproape circulară, într-un cilindru lung. Aceasta este tensiunea dinainte de rupere, care face ca asteroidul să se întindă precum banda de elastic a unei praștii înainte de a-i da drumul. Și apoi... *poc*, se rupe. Un corp ceresc care a rezistat la nenumărate ciocniri în timpul lungii sale zăboviri la marginea sistemului solar este brusc spart în fragmente mai mici. Câteva dintre acestea se prăbușesc pe Jupiter, trecând dincolo de norii de gaz și îndreptându-se spre suprafața planetei. Dar nu toate. Există un fragment cu un diametru mai mare de 11 kilometri care scapă din această invitație gravitațională și începe să se deplaseze cu o viteză impresionantă de mare spre cea de-a treia planetă de la Soare.

Aceasta este o traiectorie ucigașă complet accidentală. Alți asteroizi și alte

comete s-au format în același fel de-a lungul timpului, dar majoritatea au ratat Pământul. Au trecut pe lângă planeta noastră la diferite distanțe, fără ca organismele de pe Pământ să fie conștiente de acest lucru. Chiar dacă locuitorii de pe Terra ar fi știut ce se îndrepta spre ei, nu ar fi avut ce să facă în această privință. De data asta, asteroidul uriaș avea să lovească planeta. Traectoria nu-i va fi deviată de un alt asteroid. Nu o să se prăbușească pe Marte și să crape suprafața Planetei Roșii. Nu o să se ciocnească nici de Lună, așa cum s-a întâmplat cu multe alte roci, care au format astfel craterele selenare. Dintre milioanele de roci potențial letale, aceasta este aleasa. Este un accident care va produce un număr uriaș de pierderi în rândul speciilor de pe Pământ, dar fără să fie un act de malițiozitate sau răzbunare. Este un sfârșit și un început deopotrivă, o perioadă care va marca Terra și care va crea o linie de demarcație profundă între epoca reptilelor care părea nesfârșită și epoca mamiferelor care se va naște din flăcări.

Roca spațială se apropie repede.⁵⁸ Atât de repede încât, dacă am sta pe loc și am încerca să-i urmărim traectoria, mai degrabă o vom simți decât o vom vedea. Asteroidul traversează spațiul cu o viteză de 72.000 de kilometri pe oră. Nu există termen de comparație pentru așa ceva. Puține lucruri din experiența noastră se deplasează prin univers cu astfel de viteze. Nu este din categoria „clipește și îl vei rata“, ci din categoria „urmărește-l și tot îl vei rata“.

Și Pământul în sine are un rol de jucat în cadrul acestui moment fundamental. Planeta noastră nu stă nemișcată în spațiu; ci gravitează în jurul propriei orbite, deplasându-se cu 107.200 de kilometri pe oră în jurul Soarelui. Adică mai repede chiar și decât asteroidul care se îndreaptă spre el. Însă această viteză rămâne neobservată până când două corpuri aflate în mișcare intră într-o coliziune catastrofală.

Pentru un moment scurt și îngrozitor, asteroidul lasă o urmă luminoasă pe cer. Forța de frecare determinată de intrarea pietrei uriașe în atmosfera Pământului, particulele atmosferice care se freacă de suprafața rocii făcând-o să strălucească până la incandescență și să rămână fără bucăți superficiale. Însă aceasta nu e o pietricică ce va arde și se va risipi până jos. Sunt kilometri de rocă și nu există nici o cale prin care planeta să evite asta. Asteroidul se va prăbuși în străvechea Peninsulă Yucatán, prea repede pentru a putea fi

observat, dintr-un unghi letal de 45 de grade, lovind direct către masa centrală a Pământului.

Nimeni din Hell Creek nu observă acest moment. Simțindu-se aproape sătulă, turma de edmontozauri începe să inspecteze zona în căutarea unei umbre confortabile unde să se odihnească pentru restul după-amiezii și poate că, undeva de-a lungul câmpiei de coastă, va găsi chiar un loc în care să facă o baie relaxantă în noroi.

Turma trece pe lângă o femelă tânără de torozaur, un dinozaur cu trei coarne solitar rar întâlnit în această parte de continent.⁵⁹ Măsurând șase metri în lungime, din vârful botului până în vârful cozii, este mică pentru exemplarele din specia ei. Dezvoltat complet, erbivorul va avea o lungime cu trei metri mai mare și o greutate de până la șase tone – ceea ce va fi cu siguranță suficient pentru a face față oricărui tiranozaur flămând care s-ar putea gândi să îl transforme în cină. Dar pentru moment abia și-a început viața de adult. Este iritat la fel ca hadrozaurii, dar nu din cauza acelorași mâncărimi provocate de păduchi, ci din cauza unui imbold biologic de a se împerechea. Își freacă coarnele acoperite de cheratină de scoarța unui corn, iar din rănilor proaspete ale trunchiurilor de culoare gri se prelinge sevă. Curând, va porni în căutarea unui partener.

Doar ținând cont de oase, este dificil să faci diferența între o femelă și un mascul de torozaur. Scheletele acestora au aceleași dimensiuni, prezintă aceleași tipare ornamentale și aceleași coarne uriașe de la nivelul frunții. Toate aceste caracteristici fac parte din modul în care se recunosc aceste erbivore între ele de la distanță. Triceratops – un văr apropiat al torozaurului – se găsește într-un număr mare aici și arată foarte similar. Principalele diferențe stau în gulerul osoos care se prelungește în spatele craniului. În cazul triceratopsului, gulerul uriaș este format dintr-un singur os sudat. În cazul torozaurului, marginea gulerului conține de două ori mai multe oase mici de formă triunghiulară – numite *epiosificatii* – și se remarcă două orificii de o parte și de alta a liniei mijlocii a gulerului, ceea ce face ca acest guler să fie mai ușor de susținut. Acest ornament nu are de-a face cu supraviețuirea. Un *T. rex* viclean poate să învingă orice ceratopsid și să-și înfigă colții în gâtul expus de după guler. Dar pentru torozaur recunoașterea gulerului este însă importantă. În cazul speciei sale, femelele inițiază curtea, iar masculii

se uită, așteptând să fie aleși. Dacă încearcă să curteze un triceratops, ar putea ajunge să fie străpunsă de coarnele acestuia, căci avansurile ei ar fi considerate un gest agresiv. Și ținând cont că sunt atât de puțini din specia ei în această parte de continent, are nevoie de acest indiciu pentru a fi sigură.

Știe câteva tehnici prin care să atragă atenția. Aproape toată viața ei, solzii de la nivelul gulerului au avut o nuanță deschisă de maro cu puncte de un crem deschis în zonele în care pielea se întinde de-a lungul orificiilor de la nivelul gulerului. Acum însă zonele centrale ale acestor formațiuni crem încep să devină roșiatice, vasele de sânge urmând un soi de sincronizare străveche pentru a schimba culoarea gulerului. Acest lucru nu se întâmplă și în cazul gulerului triceratopsului. Ornamentele acoperite de cheratină nu se modifică deloc. În schimb, torozaurul înroșește.

Navigarea detaliilor care țin de ritualul de curtare torozaurian reprezintă o altă chestiune. Fiziologia o ajută pe femela tânără doar până la un punct. Aceasta a văzut alți masculi și alte femele mugind, manifestând semne de agitație și curtându-se unii pe alții, întorcându-se când pe o parte când pe alta pentru a-și expune dimensiunile și forța. Femelele au mereu ultimul cuvânt: fie acceptă masculul, fie îl alungă împungându-l cu cele trei coarne de aproape un metru lungime care tronează deasupra ochilor. Asta este tot ce știe. Ca majoritatea dinozaurilor non-aviari, torozaurul ajunge la vârsta de împerechere înainte de a atinge dimensiunile unui exemplar matur. Este încă în creștere – și crește repede. Scheletul său se va dezvolta complet abia după alți zece ani. Însă ceea ce a moștenit de la strămoșii ei îndepărtați este imboldul de a se reproduce repede. Reptilele au întrecut primele mamifere prin faptul că produceau un număr mare de descendenți și că aveau un ciclu de viață care includea împerecherea înainte de a ajunge la maturitate completă. Aceste simple trucuri biologice au permis epocii reptilelor să înceapă cu multe milioane de ani mai devreme, saurienii răspândindu-se în habitate străvechi și remodelându-le pe măsură ce au evoluat. Iar acest lucru a rămas valabil până în ultima zi: imperativul de a crea un viitor care nu avea să mai sosească vreodată.

Nu este tocmai corect să considerăm că ecosistemul din Hell Creek reprezintă apogeul evoluției dinozaurilor. Regiunea este plină ochi de dinozauri, dar acest lucru a fost valabil și pentru alte ecosisteme din alte părți

și alte timpuri. Cu peste 80 de milioane de ani înainte, în aceeași parte de lume, numeroase specii de erbivore uriașe și cu gât lung cutreierau câmpiile de coastă acoperite de ferigi, în timp ce carnivorii de dimensiuni similare unui *T. rex* stăteau la pândă prin pădurile înalte de conifere. În această lume din Jurasicul Superior, dinozaurii au putut să ajungă cu adevărat mari, atingând dimensiuni și forme fără precedent. Cei mai mici erau de mărimea unor porumbei, iar cei mai mari aveau lungimi de peste 30 de metri, din vârful botului, care ascundea dinți ascuțiți, până în vârful cozii cu care putea aplica niște lovituri ca de bici.

Dinozaurii nu au existat separat de restul mediului. Motivul pentru care aceste organisme extraordinare au putut să evolueze este corelat cu multe alte schimbări la care au fost supuse vegetația, insectele, mamiferele și alte organisme alături de care trăiau. Lumea nu era formată doar din plante care să ofere hrană erbivorelor vâdate de carnivore. Fiecare specie a avut numeroase conexiuni și roluri, generând și mai multă diversitate, în timp ce schimbările evolutive au continuat să se producă de la o generație la alta.

Epoca dinozaurilor a reprezentat o perioadă în care viața s-a bucurat de o mare prosperitate. Din anumite puncte de vedere, este ciudat că a durat atât de mult. Extincțiile în masă sunt arbitrare, nu ciclice – nu există nici un tipar sau vreo cronologie în cazul producerii acestora. Din momentul în care primele animale au început să se dezvolte în mări și oceane în timpul Cambrianului, părea că viața nu putea să continue nestingherită mai mult de 90 de milioane de ani fără să se petreacă vreo extincție masivă. Uneori, durase chiar mai puțin: doar o perioadă de 50 de milioane de ani separa cea mai îngrozitoare extincție în masă din toate timpurile de dezastrul din Triasic care le-a permis dinozaurilor să-și lanseze lovitura de grație prin care să preia puterea. Dar din acel moment încolo nu a mai existat nici o altă extincție în masă. Timp de 135 de milioane de ani, viața a prosperat fără nici o amenințare de a fi decimată.

Diversitatea tinde să genereze și mai multă diversitate. Probabil acest lucru pare contraintuitiv, ținând cont de ceea ce urmează să se petreacă și de poveștile care adeseori contextualizează efectele produse în urma impactului. Extincțiile în masă sunt evenimente îngrozitoare care oferă în mod neintenționat oportunități pentru supraviețuitori. Întregul edificiu ecologic al

speciilor interconectate este distrus complet, obligând speciile supraviețuitoare să caute noi nișe. Nu există nici o directivă evolutivă care să indice că anumite specii trebuie să existe. Nu a existat nici o lacună adaptativă care să impună apariția speciilor de tiranozaur sau triceratops. Astfel de creaturi au evoluat ca urmare a forțelor variației și selecției naturale, un dans care nu se încheie niciodată și care duce la schimbarea partenerilor pe parcurs. Extincțiile în masă sunt distructive, dar nu stimulează neapărat noi dezvoltări de unele singure. De fapt, unele dintre cele mai importante momente din istoria evoluției – când viața a devenit de-a dreptul înfloritoare și s-a răspândit cum nu s-a mai văzut până atunci – nu au fost toate asociate cu extincții în masă. Cele mai înfloritoare perioade au fost provocate adeseori de accidente evolutive și de evenimente arbitrare care au avut legătură cu organismele în sine, precum vechea perioadă în care peștii cu picioare au început să iasă din apă și să se târască în zonele de uscat, petrecându-și viața la marginea apei. În acel moment, viața nu mai era limitată la mediul acvatic, căci vertebratele se hrăneau cu insecte și plante care deja se dezvoltaseră pe uscat, suferind transformări pentru a se adapta unui nou mediu și hrănindu-se cu noi surse de hrană – toate acestea au dus la o explozie de adaptări.

Și așa a fost în timpul perioadei de apogeu a dinozaurilor, de-a lungul tuturor acelor milioane de ani din Jurasic până în Cretacic. Erbivore uriașe precum alamozaurii nu au apărut pentru că au fost în vreun fel predestinate sau pentru că ar fi fost neapărat necesare. Dinozaurii uriași au apărut datorită acțiunii a diferite forțe evolutive. Faptul că ajungeau la dimensiuni uriașe într-un timp scurt a fost un mecanism de apărare împotriva carnivorelor, care, la rândul lor, evoluau pentru a deveni mai mari într-o cursă evolutivă constantă. Saurienii uriași au putut să evolueze doar datorită faptului că dimensiunile uriașe ale acestora au venit la pachet cu un profil fiziologic care le-a permis animalelor mari să supraviețuiască cu cantități vaste de hrană de calitate inferioară oferită de plante cu creștere rapidă, precum ferigile. Și pe măsură ce acești dinozauri au devenit tot mai mari, predispuși spre o dezvoltare rapidă și dimensiuni titanice, s-au format breșe pentru specii mai mici care să se dezvolte în aceleași habitate, ca să nu mai pomenim toate organismele – precum paraziții și insectele – care aveau de beneficiat de pe urma faptului că dispuneau de mult material rezidual de la dinozauri. Viața în

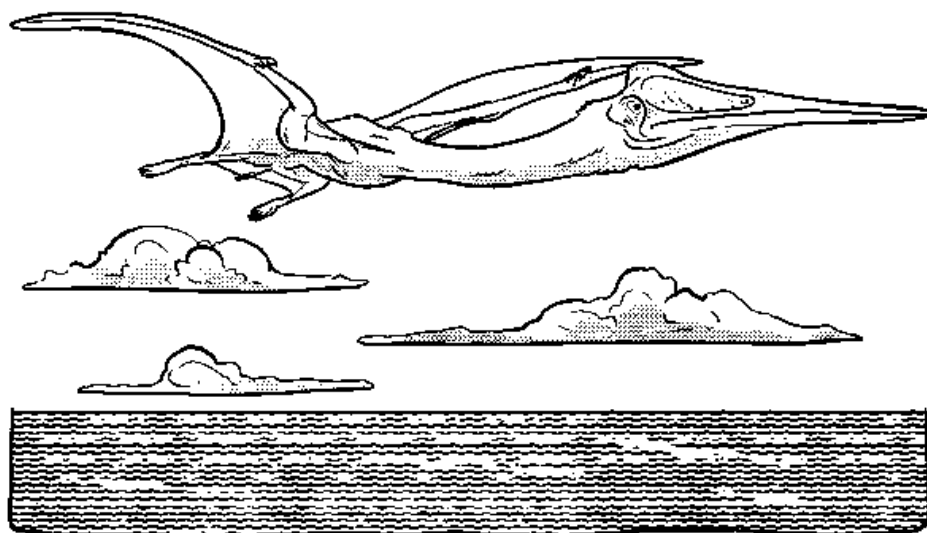
sine generase condițiile necesare pentru evoluția noilor specii, diversitatea făcând loc pentru și mai multă diversitate, așa cum arborii dintr-o pădure care creșteau tot mai înalți lăsau loc pentru habitate diferite în coroanele lor, în rădăcinile lor și pe trunchiurile lor. Această pulsație a vieții are nevoie de timp pentru a se dezvolta, iar era mezozoică a fost echivalentul unei veri nesfârșite în care reptilele au trăit pe picior mare.

Și mamiferele s-au bucurat de propria înflorire în acest timp.⁶⁰ Poate că sună ciudat. În general, mamiferele sunt prezentate ca produși inferiori ai evoluției, mici viețuitoare care supraviețuiesc mâncând insecte în perioada crepusculară, când dinozaurii încep să se ducă la culcare. Imaginea stereotipică este cea a unui chițcan minuscul care ronțăie un greier preistoric. Însă primele mamifere au evoluat cam în același timp cu primii dinozauri și au prosperat alături de saurieni. Într-adevăr, nu au ajuns să depășească vreodată dimensiunile unei pisici domestice pe parcursul tuturor acestor milioane de ani, ceea ce nu înseamnă că au fost toate doar insectivore timide. În umbra dinozaurilor, au existat mamifere care au arătat și s-au comportat precum castori, veverițe zburătoare, furnicari, ratoni și nu numai. Nu au apărut pentru că dinozaurii le-au cedat vreo nișă ecologică. Dimpotrivă, mamiferele au evoluat pentru a profita de oportunități ecologice la scară mică. Evoluția unor insecte sociale, precum termitelile, le-a oferit o sursă de hrană mamiferelor care puteau să sape în sol și în buștenii putreziți. Numărul tot mai mare de pui de dinozauri din fiecare sezon a dus la dezvoltarea mamiferelor prădătoare care vânau ouăle și puii de reptile. Pădurile înalte, ale căror coroane se aflau la o înălțime mult prea mare pentru a ajunge chiar și pentru cei mai înalți dinozauri prădători, le-au oferit adăpost mamiferelor care săreau dintr-un copac în altul cu ajutorul unor „parașute” alcătuite din piele acoperită cu blană. Poate că mamiferele nu au modelat mediul înconjurător în același fel ca dinozaurii non-aviari, dar nu au așteptat pur și simplu momentul dispariției acestora. Și acestea au schimbat, la rândul lor, lumea prin simplu fapt al existenței lor, iar aceste modificări au generat și mai multă diversitate cu fiecare epocă în parte.

Proliferarea mamiferelor mezozoice este esențială pentru ceea ce urmează. Dacă ar fi existat mai puține mamifere sau dacă toate mamiferele ar fi fost variații ușor diferite din categoria insectivorelor, micuțele fiare ar fi fost

extrem de susceptibile la extincție. Varietatea nu este un element neînsemnat al vieții. Supraviețuirea este asigurată prin diversitate. În vremuri ca acestea, când toate speciile vor fi în primejdie, chiar și cele mai mici diferențe pot stabili cine supraviețuiește și cine piere. Cu cât este mai mare diversitatea, cu atât sunt mai mari șansele ca unele specii să poată exista în continuare.

Se pare că în formațiunea Hell Creek existau tot atâtea specii de mamifere pe câte specii de dinozauri erau. Este nevoie o schimbare de perspectivă pentru a vedea acest lucru, trebuie să ne concentrăm asupra vieții la o scară mai mică. Un animal cu capul aplecat și cu un bot umed traversează un pârau, traiectoria sa luând forma literei V – este *Didelphodon*, un omnivor de mărimea unui oposum care se hrănește cu orice, de la melci la mici dinozauri. Sus, pe creanga unui arbore de sequoia, un mamifer asemănător cu un șobolan, cu o coadă lungă și prehensilă – *Cimolestes* – caută insecte ascunse în scoarța copacului. Jos, pe pământ, un mamifer asemănător cu o veveriță, numit *Mesodma*, adulmecă suprafața solului, căutând să identifice urmele lăsate înainte de a ieși din vizuina sa. În câteva clipe, aceste animale se vor confrunta cu aceleași spaime ca dinozaurii: cel mai mare test al uriașei diversități a vieții petrecut în ultimii peste 100 de milioane de ani.



În altă parte
Undeva, deasupra Atlanticului de Nord

Nu e nevoie să bată din aripi. Măreața zburătoare își ține aripile perfect întinse, iar curenții de aer cald creează ocazional mici încordări ale pielii întinse dintre brațe și trunchi. Nu are de ce să se îngrijoreze în această zi senină și calmă. *Quetzalcoatlus northropi* este cel mai mare animal zburător de pe planetă, prea mare pentru a fi perturbat de pterozauri și de păsările cârâitoare mai mici. Se află la o înălțime prea mare ca să-și facă griji din cauza umbrei mosazaurilor flămânzi care înoată în valurile de dedesubt.

Se îndreaptă spre casa lui. Nu că ar ști ce înseamnă conceptul de reședință permanentă. Dar ceva anume din creierul lui reptilian îi spune că trebuie să se întoarcă de unde a venit, să se întoarcă pe câmpia acoperită de ferigi unde s-a născut cu ani în urmă.

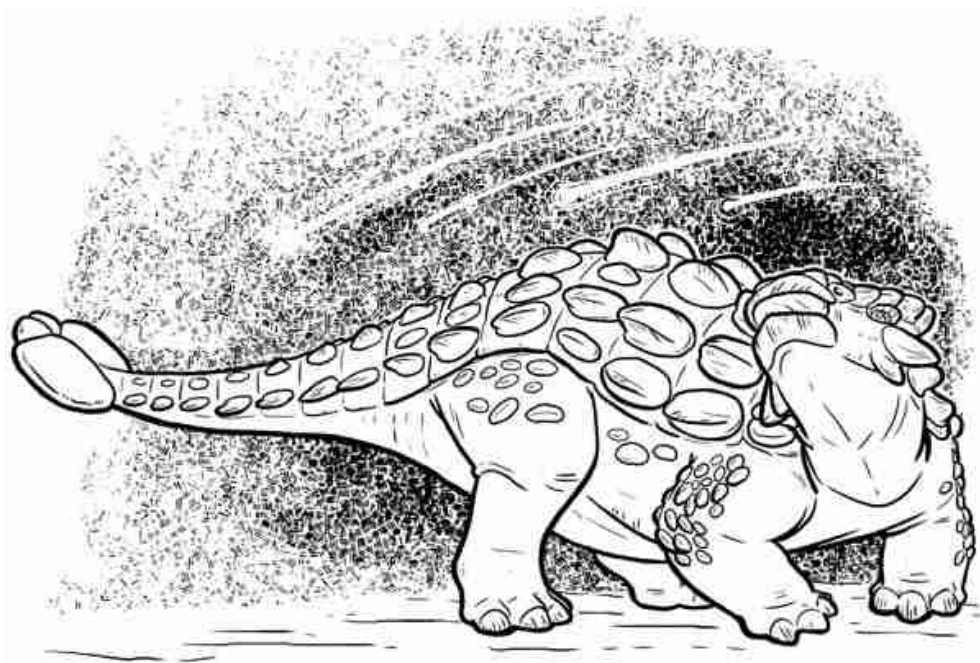
Cu siguranță, vor fi și alții acolo.⁶¹ *Quetzalcoatlus* se adună la un loc pentru a ciorovăi, a se împerechea și a-și construi cuiburile împreună, zeci de cuiburi răspândite pe toată zona de câmpie. Mirosul de excremente este insuportabil în cazul acestor adunări, dar e inevitabil. Tiranozaurii atacă orice *Quetzalcoatlus* care își face cuibul izolat sau prea departe de marginea coloniei; ouăle și puii acestora sunt vânați de o specie de dinozaur asemănătoare papagalilor, *Anzu*. Dacă stau împreună, deși înregistrează unele pierderi, chiar și un *T. rex* ajuns la maturitate nu știe cum să facă față unui zid de pterozauri care țipă și ciupest. Pterozaurii vor supraviețui doar dacă rămân uniți, altfel nu au nici o șansă.

Acest exemplar de *Quetzalcoatlus* care planează deasupra oceanului este cu siguranță un supraviețuitor. După câteva ciocniri apropiate cu un *Acheroraptor* înfometat, pe când era doar un pui, a reușit să-l ciupească și să scape, transformându-se într-un adult cu o anvergură a aripilor de peste 10 metri. Vreme de peste un deceniu, a migrat odată cu schimbarea anotimpurilor în emisfera nordică și cea sudică, oprindu-se ici și colo pentru a se hrăni cu câțiva mici dinozauri ascunși în ferigile joase înainte de a trece la următoarea gustare. *Quetzalcoatlus* cunoaște cu adevărat lumea Cretacicului Superior, de la mlaștinile și pădurile sale la munții, mările și oceanele sale.

Pterozaurul aflat în zbor plescăie. Îi este foame. Va avea nevoie de hrană curând, dar acum nu are ce să facă. Dacă coboară la nivelul apei, poate ajunge să fie înghițit de una dintre reptilele acelea marine uriașe sau de un rechin cu rânduri de dinți triumphiolari. A văzut cum i s-a întâmplat asta odată

unui pterozaur mai mic care s-a apropiat prea mult, un zbor minunat întrerupt brusc de o împrôșcare de apă și un cerc de culoare roșie ce se făcea tot mai mare. Și chiar dacă avea să găsească o întindere de apă lipsită de prădători, maxilarele lui nu erau adaptate pentru a prinde pește din zbor. La urma urmei, densitatea apei este mai mare decât cea a aerului și, dacă și-ar scufunda maxilarul inferior în valurile apei după solzii argintii și sclipitori ai vreun pește, acest lucru ar exercita o presiune atât de mare asupra lui încât ar cădea cu capul în apă. Apoi ar trebui să se lupte, să se zbată și să bată din aripi pentru a-și lua din nou zborul, o pierdere de energie uriașă față de cele câteva calorii insignifiante pe care ar putea să le obțină de pe urma acelui pește.⁶²

Mai bine să aștepte să ajungă la țărm. S-ar putea să găsească niște dinozauri tineri pe care să-i înhațe și să-i înghită. A devenit un soi de expert în prinderea acestora. Deși, cu siguranță, pare stângaci pe uscat, *Quetzalcoatlus* tot poate să se deplaseze ca și cum ar sta pe picioroange – un pas de-al lui face cât mulți alții ai unor dinozauri mici care fug din calea lui. Îi sunt de ajutor și gâtul lung, și ciocul lung, reducând distanța față de o gustare delicioasă din carne de dinozaur. Își izbește prada de pământ înainte de a o înghiți întreagă, dat fiind că nu are dinți cu care să mestece. Câțiva astfel de dinozauri îi pot da energia necesară pentru a ajunge înapoi în locul în care s-a născut. Și va ajunge acolo curând. Nu mai e mult.



3. Prima oră

Ankylozaurul simte că ceva nu este în regulă.

Faptul că femela de ankylozaur era un tanc blindat viu a protejat-o de mari probleme pe parcursul celor două decenii de când cutreieră Hell Creek.^{[63](#)} Rândurile de plăci osoase acoperite cu cheratină de pe spatele ei, țepii ascuțiți care se ivesc din cutele anatomice laterale aflate la granița dintre abdomen și spate și, desigur, formațiunea osoasă bombată și grea cu care i se termină coada reprezintă o avertizare clară, și doar cel mai curajos sau mai disperat tiranozaur i-ar tăia calea. Până și pleoapele îi sunt blindate, acoperite de solzi duri care pot preveni împunsături sau zgârieturi neplăcute. În momentele în care un tiran se apropie suficient de mult pentru a deveni o amenințare, ankylozaurul nu trebuie decât să-și îndoie membrele, să se lase la pământ și să-și lege coada în formă de buzdugan dintr-o parte în alta. Orice carnivor care nu înțelege mesajul transmis de o femelă morocănoasă de ankylozaur lungă de opt metri care-și apără spațiul personal se poate alege cel mai probabil cu un membru rupt, riscând să moară apoi de septicemie, de

foame sau în urma atacului altui prădător.

Dar neliniștea pe care o simte acum ankylozaurul nu este provocată de nici un tiranozaur sau de vreo altă creatură cu dinți ascuțiți. Inamicul este peste tot și nicăieri în același timp. Pământul începe să se cutremure și să se miște, ca și cum chiar solul de sub copitele ei ar urma să se surpe în orice clipă.

Cu câteva momente mai devreme, femela impunătoare se apropiase greoi de marginea unui lac care era presărată cu pietre crăpate – un punct de sprijin ferm pentru a putea să-și aplece capul acoperit de armură și să bea liniștită fără să-și facă griji că avea să rămână blocată în pământul acela moale și rânced, plin de resturi putrezite. Abia ce a apucat să ia prima înghițitură de apă răcoritoare că simțea cum îi fuge pământul de sub picioare. Totul se cutremura ca și cum s-ar fi aflat dinozauri în apropiere și ar fi început să sară cu toții odată. Dar nu putea să vadă nici un alt dinozaur mare prin apropiere. În afară de câteva păsări și pterozauri care dădeau ocoluri deasupra sa, era singură. Într-o parte, unde pădurea se întindea de-a lungul marginii lacului, copacii păreau să se miște înainte și înapoi, smucindu-se și legănându-se puternic, iar pe crengile lor se aflau niște păsări care cârâiau, strigându-și iritarea. Un arbore înalt de *Metasequoia* s-a lăsat într-o parte împrăștiind pământ în aer în timp ce se prăbușea cu o bufnitură uriașă peste un copac putrezit din apropiere.

Apoi, fără să se mai audă vreun sunet, trepidațiile s-au oprit. Arborii au revenit la poziția lor dreaptă ca și cum nu se întâmplase nimic. Dintr-odată s-a așternut o liniște nefirească. Femela de ankylozaur a rămas nemișcată. Nu avea nici un termen de comparație pentru ceea ce tocmai se întâmplase, nici o experiență anterioară care să o îndrume ce să facă în continuare. S-a îndepărtat de marginea apei tulburi și a rămas nemișcată, cu coada ridicată în aer. A așteptat. A respirat. Nimic. Un pterozaur aflat foarte sus a lăsat să-i scape un țipăt de iritare față de un altul care se aventurase prea aproape, dar în rest nu s-a mai auzit vreun alt sunet. Ceea ce în sine era înfricoșător. Hell Creek putea să fie un loc tare gălăgios. Rareori, vuietele, mormăitul, mârâitul, țipetele ascuțite și alte sunete variate lăsau loc pentru o clipă de liniște. Chiar și când era întuneric, insectele țârâiau și se strigau unele pe altele printre tufe și arbuștii care formau subarboretul pădurii. Acum totul era încremenit în tăcere. Părea că întregul Pământ aștepta. Ankylozaurul a răsuflat și a

început să se întoarcă în locul ei umbrat preferat, un loc confortabil pe care și-l săpase în pământ într-un mic crâng de conifere. Însă atunci s-a produs cel de-al doilea val de trepidații și odată cu el schimbări la nivelul pietrei din sol, la nivelul conductorilor geologici ai valurilor seismice care se produceau ritmic, la doar câteva minute distanță. Armura care o protejase atât de bine, strategia care ținuse la depărtare cele mai îngrozitoare și mai înfiorătoare carnivore de când era doar un pui, toate păreau ridicole acum. Ce putea să facă acum când i se surpa pământul de sub picioare?

Nici un impact nu este la fel ca altul. Viteza cu care are loc impactul, amploarea, unghiul din care lovește solul și tipul de mediu în care se produce – toate acestea joacă un rol. Ceea ce înseamnă că secvența de evenimente care acum lovesc Hell Creek nu a fost inevitabilă. Dacă ar fi existat mici diferențe în rotația Pământului sau în viteza asteroidului, fragmentul acela uriaș de rocă ar fi putut să fie înghițit de ocean. În acest caz, craterul creat tot ar fi fost uriaș, dar faptul că asteroidul s-ar fi prăbușit într-o masă atât de mare de apă ar fi amortizat măcar puțin catastrofa astfel produsă. Sau proiectilul ar fi putut să lovească în zone cu zăcămintele de cărbuni create în timpul Carboniferului, mareașă eră a cărbunelui când mlaștinile vaste acoperite de primii arbori au fost îngropate și transformate în depozite imense de carbon. În acest caz, impactul ar fi produs aprinderea depozitelor subterane de cărbune și ar fi declanșat incendii subterane care ar fi eliberat cantități uriașe de dioxid de carbon în atmosferă. Încălzirea globală rezultată în urma unui astfel de scenariu ar fi creat, în mod cert, niște circumstanțe dificile, dar viața de pe Pământ ar fi putut să le țină piept și să răzbească așa cum a mai făcut-o înainte. Pe de altă parte, asteroidul ar fi putut să lovească roci relativ inerte. În urma unui astfel de impact, rocile s-ar fi topit, zona respectivă ar fi fost devastată, ar fi fost aruncate reziduuri în aer și poate că impactul ar fi declanșat erupția sistemelor vulcanice din apropiere, lava revărsându-se și acoperind solul, dar dezastrul ar fi rămas la nivel local.

După cum stau lucrurile, situația nu putea să fie mai gravă.

Deplasându-se cu o viteză prea mare pentru a vedea altceva decât o dâră de lumină de un roșu-aprins, asteroidul s-a apropiat de locul impactului din direcția nord-est.⁶⁴ Nu a fost o ciocnire cu traiectorie perpendiculară. Muntele de rocă densă a lovit planeta noastră dintr-un unghi de aproximativ 45°. Într-o

singură clipă, viața n-a mai fost așa cum era, iar acest loc de pe suprafața Terrei a pocnit ca și cum ar fi fost spart un coș acneic. Forța impactului a fost atât de mare, încât cifrele care îl descriu sunt aproape ridicole. Impactul a eliberat la fel de multă energie cât 100 de teratone de dinamită, echivalentul a 420 zetajouli de energie, o coliziune atât de uriașă încât nici o minte de pe planetă nu poate înțelege cu adevărat anvergura acestui impact. Nu a mai existat un impact atât de mare de la începuturile formării Pământului. Imaginează-ți cea mai mare explozie la care te poți gândi și tot ar fi complet umbrită de acest impact cosmic.

Asteroidul care a lovit planeta nu este vreun fragment mic de rocă spațială care s-a prăbușit în mijlocului unui câmp undeva. Proiectilul nu s-a îngropat efectiv în pământ și a fumegat neajutorat pur și simplu. Forța impactului a împins asteroidul în scoarța Pământului, iar învelișul exterior dur al planetei s-a topit imediat din cauza căldurii și a presiunii produse de impact. Piatra nu doar s-a crăpat atunci când proiectilul a lovit Terra. Rocile care nu s-au pulverizat sau nu au fost aruncate imediat în atmosferă au luat o formă aproape lichidă, piatra deplasându-se ca un râu de sânge vâscos în timp ce era împinsă de forța impactului. Gândește-te cum o picătură care cade într-o întindere de apă produce o perturbare la suprafața acesteia, formând un mic cerc care se ridică și apoi se strânge în locul în care a căzut picătura. Acum imaginează-ți că picătura și întinderea de apă în care a căzut reprezintă, de fapt, roci, și că nu s-a petrecut într-o băltoacă, ci pe o suprafață suficient de mare încât să poată fi observată de pe Lună. Roca a fost împinsă la o parte și înălțată din punctul de impact, marginile care s-au ridicat fiind prea lichide pentru a-și menține propria greutate. Astfel, roca s-a ridicat și a revenit înapoi spre centru, creând un vârf deasupra punctului de impact. Însă toată această piatră a continuat să se miște. Nici nu s-a format bine vârful craterului că a început să se prăbușească. Roca a crăpat, transformându-se într-o grămadă dezordonată de fragmente.

Toate acestea s-au întâmplat în primele cinci minute de la impact.

Oricât de distructiv ar fi fost, formând un crater cu un diametru mai mare de 160 de kilometri, momentul impactului este doar începutul orbitor. Toată forța aceea trebuie să fie eliberată undeva.⁶⁵ Și se transmite în exterior, prin intermediul rocilor și al apei, în timp ce undele de forță anunță impactul

produs pe cuprinsul planetei.

Locul în care s-a prăbușit asteroidul era de-a lungul a ceea ce într-o zi avea să devină partea sudică a Golfului Mexic. Coliziunea s-a produs pe coastă, afectând marea și uscatul deopotrivă. O cantitate uriașă de apă s-a evaporat instantaneu din cauza căldurii produse de impact, creând un uriaș spațiu gol în ocean. Apa de la marginea acestui gol a fost împinsă în direcții opuse, declanșând megatsunamiuri care s-au extins spre exterior, valuri înalte de sute de metri ce se îndreaptă spre țărm, unde nici plajele, nici pădurile, nici toate lucrurile vii nu au putut să le oprească decât după ce au străbătut kilometri întregi în interiorul uscatului.⁶⁶ Corpurile marilor reptile marine prinse de valuri sunt izbite de ceea ce tocmai fusese uscat, apa inundând mediile umblate de dinozauri. Apoi valurile s-au retras. După ce au lovit țărmurile cu o forță atât de mare, au început să revină către locul din care fuseseră împinse, trăgând reziduurile și nisipul după ele. Când s-au calmat apele, la locul impactului s-a format o acumulare de nisip cu o înălțime de peste 90 de metri.

Forța aceea a trecut și prin straturile minerale. Roca solidă nu este mereu atât de inflexibilă și de nestrăpuns după cum pare. Doar că are nevoie de mai mult timp. Un șoc suficient de puternic pune roca în mișcare, deformând-o, în timp ce energia fizică a impactului este absorbită de scoarța Pământului. Forța coliziunii nu se propagă doar în învelișul exterior al Pământului și topește straturile de rocă din proximitatea locului de impact, ci se propagă în exterior, transmițându-se prin plăcile tectonice. Kilometru cu kilometru, forța se transmite prin rocă, îndreptându-se tocmai spre Hell Creek. Cât timp îi ia ca să ajungă până acolo? Aproximativ cincisprezece minute.

Primul val seismic a luat-o prin surprindere pe femela de ankylozaur. Cel de-al doilea a fost un fenomen ciudat și indescifrabil, o trepidație puternică ce a culcat copacii la pământ și i-a făcut pe dinozauri să-și piardă echilibrul. Cel de-al treilea, care a venit la aproximativ zece minute după primul, a avut consecințe mult mai grave.

Când ankylozaurul a ajuns pe marginea lacului, totul era învăluit în liniște. Lacul era nemișcat, în afară de micile insecte de apă care plonjau pe suprafața sa și peștii care țâșneau încercând să le prindă. Acum părea să existe o mișcare de tip mareic, dar care se producea mult prea repede. Din cauza

trepidațiilor, apa din lac a început să se reverse puțin câte puțin în toate direcțiile, ajungând la un ritm tot mai mare cu fiecare mișcare de balans. Dintr-o parte în alta, înainte și înapoi, într-un ritm tot mai cadențat, până când întregul lac părea să se miște în același ritm. Și apoi s-a produs o revărsare masivă.

Greutatea apei devenise prea mare pentru a mai fi reținută în bazin. Valurile s-au înălțat de o parte a lacului și s-au prăbușit, izbindu-se de fundul lacului cu o forță atât de mare încât au răscolit sedimente care se depuseseră cu multă vreme în urmă. Cu zece milioane de ani în urmă, acest loc făcuse parte dintr-o mare interioară. Amoniții cu cochilii spirale străbătuseră apele scaldate de soare încercând să se ferească de colții mosazaurilor. Cefalopodele dispăruseră pe măsură ce apele s-au retras și marea a secăt, cele care au murit devenind fosile ce au zăcut timp de milioane de ani nevăzute pe fundul lacului. Dar acum aceste cochilii străvechi și goale au fost aduse din nou la lumina soarelui, atrase la suprafață de valul seismic de la nivelul acestui lac întins. Apa răscolește fundul lacului, se ciocnește de ea însăși și trimite un alt val – de data aceasta chiar în direcția ankylozaurului.

Brusc, din dinozaurul de șase tone nu mai rămâne decât o creastă uriașă care este învârtită și lovită de valurile de apă. Spatele său acoperit blindat lovește trunchiul unui copac în timp ce este aruncat înapoi și încolo de valurile turbulente, trimițând animalul în altă direcție. Femela dă disperată din membre, încercând să găsească ceva de care să se agațe. Aceasta nu s-a adaptat pentru a face față cutremurelor sau inundațiilor violente, ci pentru a se apăra de dinții ascuțiți ai prădătorilor și pentru a mânca ferigi oricât de încet își dorea. Este aproape la fel de hidrodinamică precum o cărămidă și nu poate face nimic în timp ce este aruncată de colo-colo alături de alți dinozauri, de plante, de fosile și de reziduuri.

Se trezește rapid după ce a fost acoperită de apă. Cumva, apele au purtat-o spre un canal, unde corpul ei acoperit de armură a putut să se odihnească pe un banc de nisip. Încearcă să se ridice, dar simte o arsură internă de-a lungul membrului posterior stâng. Ceva e fracturat. Încearcă din nou, eliberând un răget de agonie, căci durerea o lovește încă o dată, însă, chiar și dacă merge încet, măcar poate să se sprijine pe cele trei membre până găsește un loc în care să se odihnească, să doarmă și să înceapă să se vindece.

Totul pare ciudat acum. Crânguri întregi au fost măturate de valurile de apă care s-au revărsat, căci probabil rădăcinile le fuseseră deja slăbite de trepidațiile anterioare. Iar în depărtare, la orizont, se ridică soarele roșiatic de la finalul după-amiezii, o sferă mare și furioasă. Femela de ankylozaur a mai văzut asta. Zilele în care incendiile din pădure fac ca soarele să fie mai roșu decât flăcările. Nu înțelege de ce, nu își dă seama în ce fel pătura de funingine și praf schimbă modul în care razele soarelui străbat atmosfera, dar este suficient că știe să facă această legătură.

Deși este udă din cap până în picioare, nu îi este frig. Dimpotrivă, i se pare că briza de la finalul după-amiezii este neobișnuit de caldă. Aerul este îmbibat de căldura emanată în urma impactului, ceea ce face ca reperele aflate la distanță de-a lungul crângului să pară că strălucesc. De acum încolo o să fie tot mai cald.

Dar ceea ce se ridică trebuie să și coboare.⁶⁷ Asteroidul care s-a înfipt în planetă nu s-a prăbușit fără vreo dezintegrare. Bucăți de rocă s-au desprins în timp ce a pătruns în atmosfera Pământului și s-au crăpat și mai multe fragmente atunci când asteroidul a lovit planeta. Straturile pietroase din scoarța Pământului au fost fisurate și pulverizate – au fost transformate nu doar în fragmente de rocă, ci efectiv în pulbere. Șocul impactului s-a propagat în straturile scoarței până la nivelul mineral, cristalele dure de cuarț fiind afectate de impact. Căldura eliberată a fost atât de mare, încât unele roci s-au transformat în mici sferule de sticlă. Asteroidul era roca-mamă care își răspândise în mod neintenționat nenumărați mici descendenți, mulți dintre aceștia fiind aruncați în atmosferă de forța puternică a impactului.

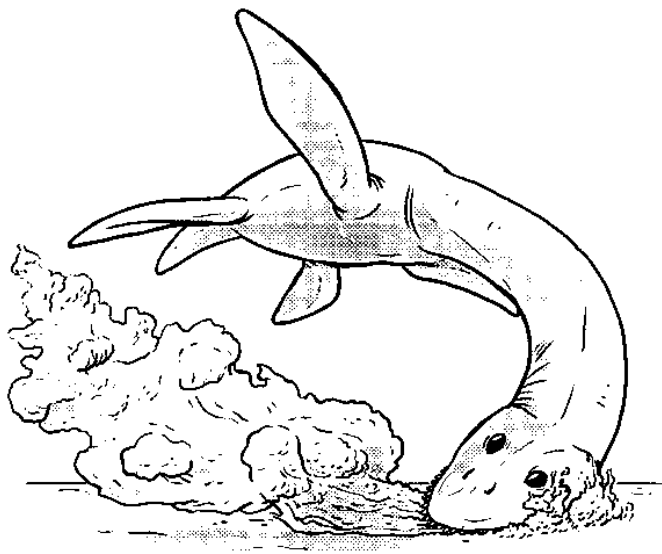
Este dificil de estimat care este cantitatea de materie pe care acest eveniment a propulsat-o în atmosferă. Coliziunea a produs aproape instantaneu peste 50.000 de *kilometri* cubi de rocă pulverizată, topită și sfărâmată.⁶⁸ Transformarea acesteia a fost atât de rapidă, încât lovitura care a făcut Pământul să se zguduie a determinat eliberarea a peste 350 de miliarde de tone de sulf și 460 de miliarde de tone de dioxid de carbon în atmosferă. Compoziția straturilor superioare ale atmosferei a început imediat să se schimbe, căci acum conțineau sute de miliarde de tone de gaze ce aveau să determine schimbări climatice.

Tot praful, toate particulele acelea, toate reziduurile rezultate în urma

coliziunii dintre asteroid și planeta noastră nu aveau să se așeze pur și simplu ca o pătură peste locul impactului. Producții coliziunii fuseseră aruncați în atmosferă, iar acum începuseră să cadă treptat înapoi pe Terra. Luată separat, nici una dintre aceste particule nu ar fi considerată vreodată un motiv de îngrijorare. Însă, la fel ca roca din care provin, acestea creează forțe de frecare în aer, pe măsură ce forța gravitațională a Pământului le trage către sol. Cantitatea de reziduuri create în urma impactului este imensă, suficientă pentru a trimite produși ai coliziunii până în zona din Cretacic corespondentă Noii Zeelande din ziua de azi. Și toate aceste fragmente de rocă, praf și alte reziduuri geologice încep să se încingă. Se întâmplă din cauza forțelor de frecare la contactul cu aerul, generând căldură în timp ce cad înapoi pe planetă.

Aproape la o oră de la trepidațiile acelea puternice, în Hell Creek încep să cadă mici particule de impurități. Majoritatea sunt atât de mici încât nici nu se observă. Unele sunt suficient de mari pentru a genera câte un mic „poc” la contactul cu solul, dinozaurii, râurile, copacii. Viteza lor nu este la fel de mare ca a rocii-mamă din care provin. Nici un dinozaur nu o să fie ciuruit de aceste particule. Teroarea se instalează treptat și e inevitabilă. Temperatura locală începe să crească amețitor de tare, de la cald la un record absolut și apoi la insuportabil. Animalele care pot să sape și să se bage sub pământ fac deja asta. Viețuitoarele din lacuri se scufundă și rămân cât de aproape pot de fund. Păsările și dinozaurii mici caută să se adăpostească prin scorburile copacilor și vizuinile abandonate. Dar curând nici pădurile nu vor mai putea să le ofere vreun adăpost. Particulele ignifuge încep să producă arderea lizierei, formându-se tot mai multe flăcări care pârjolesc totul în jur. Limbile de foc încep să se unească și se formează ziduri de flăcări, transformând rămășițele zilei într-o noapte prematură, încinsă la maximum.

Femela de ankylozaur intră în panică. Nu departe de locul în care au purtat-o valurile, se răcorește în apele unui râu, scormonind în aluviuni cu picioarele pentru a-și păstra echilibrul și a-și ține nările deasupra apei. Nu poate să se scufunde. Nu poate să doarmă așa. Un tiranozaur a cărui coamă este cuprinsă de flăcări țipă și trece în viteză pe lângă ea, dispărând într-o direcție în care sunt și mai multe flăcări.



În altă parte Zona de coastă a Antarcticii

Aerul. *Morturneria* și-a petrecut întreaga viață sub apă, fără să cunoască vreodată atingerea aspră a nisipului de pe țărm pe înotătoarele sale, dar mereu a ieșit la suprafață.⁶⁹ Din când în când, trebuie să-și ridice gâtul lung de sub apă pentru a elimina mucusul în care se acumulase sare și să-și umple plămânii cu o gură proaspătă de aer.

Morturneria nu este unul dintre cei mai mari plesiozauri, nici măcar cel mai de temut. Pentru mai bine de o sută de milioane de ani, reptilele precum acest exemplar au proliferat, diversificându-se în sute de forme diferite pe cuprinsul mărilor lumii. Unii erau de-a dreptul monstruoși – prădători masivi și fără gât care se hrăneau cu orice vietate puteau să prindă în gura lor impresionantă. Dar mulți aveau aceeași formă a corpului, ceva similar unui șarpe îndesat în corpul unei țestoase. De trunchiul său relativ compact sunt atașate cele patru înotătoare, aripioare care îl propulsează prin apă, alături de gâtul său extraordinar de lung.

Majoritatea plesiozaurilor sunt în general piscivori. Vânează luând prin surprindere, mișcându-și corpul într-o direcție și gâtul în alta pentru a înhăța pești și la calamari pe nepregătite. Dar acest lucru cere o cantitate mare de energie. Oceanul deschis este un loc al festinului și foametei deopotrivă. Un

plesiozaur poate să dea peste un banc strălucitor de pești, peste un grup de calamari în culori țipătoare sau chiar peste fălcile puternice ale unui mosazaur prădător. Dar sunt și alte surse de hrană mult mai apropiate de țărm. Cochilii, crustacee și alte viețuitoare sunt aduse la țărmul care mărginește platoul continental, un ospăț continuu compus din nevertebrate.⁷⁰ Cea mai bogată sursă de hrană nu se găsește în apele periculoase din largul mării, ci este ascunsă în nisip.

Vreme de milioane de ani înainte să apară *Morturneria*, plesiozaurii au scormonit prin întinderile de nisip care mărgineau coastele. Înghițeau pietre, împreună cu nevertebrate, iar acest lucru îi ajuta să spargă cochiliile și să ajungă la conținutul nutritiv din interiorul acestor gustări. Dar primii plesiozauri care au făcut asta au ratat o cantitate mare de hrană. Dinții lor lungi erau destul de apropiați, dar tot existau goluri suficient de mari între ei. Aparatul lor bucal putea să rețină înăuntru un crab sau o bivalvă, dar viețuitoarele mai mici puteau să scape cu ușurință în valurile tulburi pe care aceștia le lăsau în urmă. Acele reptile cu dinți mai mici și mai deși puteau să înhațe unele dintre viețuitoarele mici precum amfipode, creveți, viermi și alte gustări de pe fundul apei; drept consecință, aveau o energie mai mare pentru a-și găsi parteneri, a se reproduce ca să-și transmită zâmbetele ciudate generației următoare. Repetată în mod constant, această serie de circumstanțe evolutive a dus la apariția genului *Morturneria*.

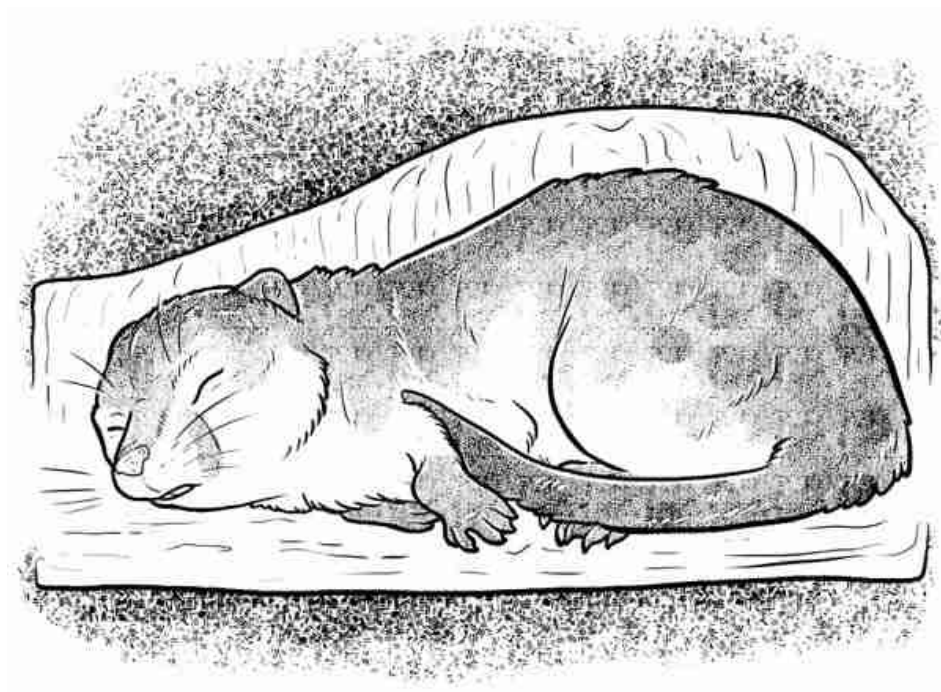
Cu plămânii plini de aer curat, plesiozaurul își mișcă înotătoarele pectorale uriașe și se îndreaptă către fundul mării. Nu se grăbește. Dacă s-ar grăbi, și-ar folosi și înotătoarele anterioare și pe cele posterioare pentru a fugi din calea pericolului. Dar acum nu există nici un rechin viclean sau vreo umbră de mosazaur în apropiere. Își lasă înotătoarele posterioare să acționeze ca niște cârme în timp ce el se îndreaptă în jos, căutând cel mai bun loc pentru a vâna. *Acolo.*

Dinții de *Morturneria* nu sunt nici pe departe la fel de ascuțiți sau de înfricoșători precum cei ai rudelor sale din rândul plesiozaurilor. Selecția naturală a făcut ca această linie evolutivă să aibă dinți mici și compacti – similar unei balene. Când este aproape de fundul apei, cascade fălcile și își mișcă înotătoarele pentru a-și propulsa corpul înainte, împotriva rezistenței create la contactul cu sedimentul, luând o gură de nisip, aluviuni și

nevertebrate ascunse printre acestea. Fălcile se închid repede, iar limba lui plată de reptilian împinge totul în bolta palatină pentru a ajuta la îndepărtarea sedimentului fin mărunțit, în timp ce micile organisme rămân prinse în plasa aceea de dinți conici și subțiri ca niște ace. Cu o înghițitură, amestecul de mici gustări își începe lunga călătorie de-a lungul gâtului către stomac. *Morturneria* se întoarce ca să aplice aceeași metodă de atac pentru a doua oară. A treia oară. A patra oară. Pentru câteva momente, această zonă de pe fundul mării este brăzdată de mici linii în zigzag – rigole care vor fi curând acoperite de nisipul purtat de curenți și care vor găzdui alte mic-dejunuri, prânzuri și cine.

Sătul, cel puțin pentru moment, *Morturneria* se întoarce la suprafață pentru a lua o altă gură de aer proaspăt. Dar nu face numai asta. Ocazional, îi place să-și ridice gâtul deasupra apei ca să inspecteze zona. Uneori, o face doar din curiozitate. Alteori, i-a salvat viața – a fost suficient să observe botul unui mosazaur care se apropia și care poate că l-ar fi înhățat. Apa i se scurge în valuri mari pe botul său de un albastru marmorat în timp ce mușchii de la baza gâtului i se contractă. Soarele începe să coboare acum, căpătând o strălucire roșiatică. Și apoi ceva cade în apă cu un *pleosc* în apropiere. Rămânând la suprafață pentru o clipă, *Morturneria* întoarce capul pentru a vedea un alt mic clipocit pe suprafața oceanului, și apoi multe altele.

O durere ușoară, dar arzătoare îi străpunge capul. Hâsâie, nefiind sigur de unde a venit sursa durerii. Acum începe să simtă aceleași înțepături pe spate. Nu sunt dinții unui prădător sau ai unui rival și nu-i provoacă o durere suficient de mare pentru a-l face să se scufunde imediat. Hâsâie din nou, iar ceva mic și dur ricoșează într-unul dintre dinții săi. *Morturneria* își scutură capul. Cel mai indicat este să întoarcă în adâncuri până trece această ploaie ciudată. Ia o gură mare de aer și se scufundă. Acolo e ferit de acele mici înțepături.



4. Prima zi

În prima zi a Paleocenului nu există zori.⁷¹

Dacă te uiți în sus, cerul este negru. Dar asta e o iluzie. În aceste prime ore ale dimineții, cerul – presărat de stele, cu luna strălucitoare reflectând razele soarelui – este complet opac. O pânză neagră a acoperit Hell Creek, în timp ce norii de funingine cresc tot mai mult, luminați de dedesubt de un incendiu căruia nici măcar plantele rezistente la foc nu-i pot face față. Răgetul care se aude pe toată întinderea formațiunii Hell Creek nu e strigătul sfidător al unui carnivor sau al unui triceratops care se luptă pentru supremație. Este răgetul înfiorător al focului care pârjolește orice atinge. Soarele de pe cer este complet blocat de fumul sufocant alimentat de hectare întregi de pământ cuprinse de flăcări unul după altul.

Micuța *Mesodma* încearcă să doarmă în ciuda tuturor acestor lucruri.⁷² Această minge mică de blană, care arată ca o veveriță, stă ghemuită odihnindu-și căpșorul pe coada sa moale de un roșu ruginiu. În termeni

științifici, este o multituberculată. Este astfel clasificată în baza dentiției sale specifice – dinții ei au multe striatii sau tuberculi, fiind mai ornamentați decât cei ai multor alte mamifere. Aceste mici vietăți au apărut în Jurasicul Superior – cu peste 80 de milioane de ani mai devreme decât actualul moment, în vremea alozaurilor și stegozaurilor – și s-au dezvoltat alături de șopârlele înfricoșătoare. În cazul ei, premolarii de pe maxilarul inferior arată precum niște linguri late și plate acoperite de niște creste lungi. Astfel de dinți sunt excelenți pentru a sparge surse de hrană dure, precum semințe, nuci, ouă și chiar oase, toate acestea găsindu-se din abundență cu doar câteva ore înainte de impactul cosmic. Nu doar că acum este unul dintre puținele mamifere care au mai rămas în viață în această parte de lume – este unul dintre puținele animale care au mai rămas în viață în conflagrația care a cuprins Hell Creek.

Mase negre de toate formele și dimensiunile sunt răspândite de-a lungul luminișurilor pârjolite și al pădurilor înnegrite și fumegânde. Unele dintre ele sunt carbonizate, rămășițele unor dinozauri uriași care au fost consumați de flăcări. Rânduri de piele înnegrită, acoperită de solzi se desprind de pe gulerul unui triceratops doborât, aflat nu departe de o masă diformă care a fost cândva un *Anzu* – un dinozaur cu cioc și pene care acum arată ca un sinistru curcan gătit. O altă formă din apropiere este un *Didelphodon*, unul dintre cele mai mari mamifere din vremea lui. Fiind de mărimea unei pisici domestice, acest mamifer marsupial era un mare hoț de ouă și un vânător de mici șopârle. Dar, în toată alergătura sa prin lumea cretacică, micuța vietate nu a găsit nici un adăpost în care să se retragă din calea focului. La suprafață, nimic nu mai mișcă în afară de incendiile de vegetație care se extind.

Incendiile sunt doar niște fenomene palide comparativ cu alte efecte de ordin ecologic. Într-un luminiș mocirlos, silueta șerpuită a unei șopârle care seamănă cu o iguană stă neclintită lângă corpul unui tiranozaur adolescent. Nu sunt urme de arsuri pe corpul dinozaurului, coama și solzii nu îi sunt înnegriți. Dar valul de căldură năucitoare a fost prea mult ca să-i poată face față. Reintrarea în atmosferă a reziduurilor a determinat crearea unui val de energie transmisă prin radiații infraroșii, o căldură care s-a răspândit la nivel global și care a durat câteva ore. Doar acea energie emisă a fost suficientă pentru a crește temperatura atmosferică la $260 \leq C$. Aerul în sine poate arde.

Este aproape imposibil să găsești adăpost pentru a te feri de o căldură atât de mistuitoare. Iar acest lucru nu s-a întâmplat doar din cauza faptului că aerul a devenit arzător și sufocant. Reziduurile de rocă rezultate în urma impactului s-au încins atât de tare când au coborât din nou prin atmosferă, încât fiecare particulă de impurități a contribuit la crearea unui val de căldură care a încins întreaga planetă. În zonele care nu sunt acoperite de fumul sufocant, nu există umbră. Cerul este atât de luminos și arzător acum, încât lumina a devenit insuportabilă.

Chiar și într-o zi normală, expunerea prelungită și neprotejată la soare poate fi deranjantă – poate chiar să provoace arsuri. Acum intensitatea este de până la zece ori mai mare decât cea a luminii solare obișnuite – un val de căldură care poate să ardă și să pârlă orice materie organică atinge. Adăpostirea într-o vale sau într-o crevasă nu va face nici o diferență, nici retragerea sub umbra unui arbore. Chiar și în cazul întinderilor de apă din Hell Creek, penele uleioase și impermeabile ale păsărilor acvatice au început să se încrețească și să se pârlă din cauza creșterii îngrozitor de mare a temperaturii, distrugând proprietățile hidrofobice ale penajului. Păsările care au încercat să rămână în apă – putând să-și țină respirația pentru un minut sau două – fie au murit din cauza căldurii, fie s-au înecat, neputând să se opună greutatei apei care acum era reținută de către pene. Singurele astfel de păsări care au avut o șansă au fost cele care s-au deplasat repede către o surplombă sau alte adăposturi opace, care le-ar fi ferit de lumină și căldură cât de mult posibil.

Pentru mulți dintre locuitorii din Hell Creek, nu există nici cea mai mică șansă de scăpare. Dinozaurii non-aviari, în special, s-au adaptat pentru a trăi în spații deschise. Nimic din repertoriul lor comportamental sau anatomic nu le poate oferi nici cea mai mică șansă de supraviețuire. Ce poate face un dinozaur împotriva unui val de căldură atât de înăbușitoare? Tiranozaurii, torozaurii, edmontozaurii și *Ornithomimus* au pierit cu toții. În cazul ankylozaurilor și denverzaurilor, armura nu i-a ajutat cu nimic. Capul în formă de cupolă de pachicefalozaur și de *Sphaerotheraps* nu s-a dovedit a fi de vreun ajutor. Turmele uriașe de hadrozauri nu au putut să ofere nici o protecție, nici comportamentul protector al exemplarelor de *Troodon* când cuibăreau. Aproape nimic din întreaga serie de comportamente specifice

dinozaurilor nu mai conta. Zeci de milioane de ani de evoluție au fost anulate în câteva clipe.

Extincțiile în masă produc devastări atât de mari pentru că sunt rare. Sunt efectiv cele mai îngrozitoare scenarii care se pot concretiza. În trecut, astfel de catastrofe urmau întotdeauna o traiectorie lentă și neabătută. Pentru a se realiza, schimbarea are nevoie ca organismele să se deplaseze, să se adapteze sau să moară, iar extincțiile în masă se bazează pe eșecul la scară largă al primelor două opțiuni.

Organismele care au supraviețuit unor astfel de presiuni își datorează succesul norocului. Cu excepția bacteriilor și a altor microorganisme care se reproduc repede și care prosperă datorită unor variații create de mutații apărute de-a lungul generațiilor, organismele de pe Pământ nu pot să evolueze suficient de repede pentru a se adapta la situații cumplite nici măcar în cazul dezastrelor cu desfășurare foarte lentă. Supraviețuitorii sunt cei care, din pură întâmplare, prezintă trăsăturile sau comportamentele care le permit să trăiască. Rareori, aceste viețuitoare sunt cele mai mari, cele mai remarcabile sau cele mai carismatice. Multe sunt specii generaliste sau obișnuite care se găsesc aproape oriunde. Într-un fel, Pământul este moștenit de cei blânzi – și au reușit să facă asta deja de patru ori înainte de acest impact cosmic.

Acum însă toate perturbările și toată amploarea distrugerii au fost comprimate într-o singură zi. Viața de pe planetă nu s-a mai confruntat cu o astfel de zi până acum. Ce vietate ar putea să se adapteze pentru a face față temperaturilor specifice unor furnale care o torturează deja de câteva ore? Poate doar să moară, căci nu are suficient timp la dispoziție să se adapteze sau să producă, printr-un mare noroc, o nouă generație care să dezvolte o toleranță la temperaturi infinit mai ridicate. Dar chiar și într-un astfel de caz, ce vietate poate face față unei temperaturi care este de aproximativ cinci ori mai ridicată decât recordul absolut de până atunci?

Canicula năucitoare era deja o problemă pentru dinozaurii non-aviari cu mult înainte de impactul cosmic. Deși dinozaurii prosperau în timpul verilor nesfârșite din Mezozoic, să fii mare nu era neapărat un lucru ușor. Succesul timpuriu al dinozaurilor – parte din secretul lor adaptativ care le-a permis să-și impună dominația asupra planetei – devenise acum un dezavantaj.⁷³

Fiziologia diferă de la specie la specie, dar, în general, dinozaurii sunt animale endoterme.⁷⁴ Își generează propria căldură în interiorul corpului pentru a-și păstra temperatura corporală optimă. Iar acesta este un avantaj uriaș atunci când ești mic, așa cum au fost primii dinozauri. Nu aveau nevoie să stea la soare, să cutreiere habitate cu climă caldă, ci își produceau propria căldură pe baza surselor de hrană din mediu. Dezvoltarea unui metabolism rapid face parte din secretul care le-a permis dinozaurilor să intre în competiție cu verii lor, crocodilii preistorici, și să depășească micile mamifere. Dar, în cazul unui animal de dimensiunea unui tiranozaur, triceratops sau ankylozaur, căldura poate deveni o problemă. Corpurile mai mari au tendința de a reține căldura și întâmpină dificultăți în eliminarea acesteia. Unii dinozauri – cei din ordinul Saurischia³, precum tiranozaurii, alamozaurii și păsările – au saci cu aer în corp care acționează aproape ca niște aparate de răcire prin evaporare. Fluxul de aer din aceste pungi le permite dinozaurilor să elimine căldura în exces, chiar și în zilele dogoritoare. Alți dinozauri se tăvălesc în noroi sau în ochiurile de apă sau rămân relativ nemișcați până trec cele mai dogoritoare părți ale zilei. Dinozaurii au evoluat pentru a se adapta habitatului lor și, până acum, schimbările de pe Pământ s-au petrecut suficient de lent pentru a-i lăsa să se adapteze în timp util. Dar tot ce se întâmplase acum era prea mult pentru orice vietate ca să reziste, în afară poate de bacteriile extremofile. Prinși pe teren deschis – fără nici un refugiu subteran sau orice alt fel de adăpost –, majoritatea dinozaurilor non-aviari au murit în câteva ore de la prăbușirea asteroidului, indiferent cât de aproape sau de departe au fost de locul impactului.

Aflată în subteran, *Mesodma* își strânge lăbuțele în somn. Scena este absolut senină în comparație cu furtuna de foc de deasupra. Lumea în care se va trezi va fi fundamental diferită de cea din urmă cu o zi. Dar cel puțin ea va mai apuca să se trezească. Va trebui să mulțumească solului pentru asta.

Oricât de șocante ar fi efectele imediate de după impact, devastarea nu este omniprezentă. Sunt locuri care nu au fost afectate de eveniment sau care au fost doar în mică măsură. În timp ce asteroidul s-a îngropat adânc în roca terestră și a generat trepidații care s-au transmis prin piatră de-a lungul a mii de kilometri, este suficient chiar și un mic fragment de sol pentru a proteja vietățile care sunt îngropate în pământ. Chiar și când atinge temperaturile cele

mai ridicate, de peste 425⁰ C, căldura arzătoare a primelor incendii din Paleocen pătrunde doar câțiva centimetri în sol. Solul era jilav înainte de impact, datorită parțial câmpiei litorale care s-a dezvoltat când această regiune era acoperită de mare. Copacii și liziera pădurii au fost expuse suficient de mult ca să se usuce și nu au avut cum să se protejeze împotriva reziduurilor care cădeau din cer și împotriva aceluia val de căldură care a urmat, dar solul era efectiv o pătură udă aflată sub picioarele dinozaurilor. Pământul umed a constituit interfața la care marii dinozauri nu au avut acces, dar care a putut să ofere refugiu celor care puteau să profite de existența ei.

Femela de *Mesodma* este o săpătoare desăvârșită.⁷⁵ Strămoșii ei săpaseră timp de milioane de ani. Așa au reușit să evite ravagiile cu care s-au confruntat dinozaurii în timp ce locuiau chiar sub picioarele lor. În vremurile mai bune, vizuina ei era la marginea zonei în care se afla cuibul unui edmontozaur. Se născuse în acea vizuină, fiind unul dintre numeroșii pui creșcuți de numeroase familii de mamifere alb-rozalii. Cea mai mare parte din an, aduna hrană din pădurile din apropiere, strângând fructe atunci când avea ocazia și ronțâind oase de dinozaur ca să ajungă la măduvă. Dar, când venea sezonul depunerii ouălor, abia atunci începea adevăratul festin. Putea să fie o perioadă plină de pericole. Un exemplar neatenț de *Mesodma* putea să sfârșească strivit sub talpa unui dinozaur, iar sursele prea mari de hrană atrăgeau micii rapitori care uneori luau urma vizuinilor și își foloseau ghearele mari și înfricoșătoare pentru a săpa mai adânc și a înhăța o gustare blănoasă. Însă, în general, mamiferele dormeau pe parcursul zilei și ieșeau la suprafață noaptea pentru a se ospăta cu ouăle depuse de edmontozauri. Era suficient chiar și unul singur pentru a se hrăni câteva zile din el, iar festinul dura luni întregi. Iar când începeau să iasă din găoace, puii de dinozaur erau atât de neajutorați încât un exemplar șiret de *Mesodma* putea să înhațe câte unul și să se bucure de o gustare dinozauriană în siguranța vizuinii sale. Dinozaurii nu erau niciodată conștienți de aceste jafuri. Fiecare femelă edmontozaur depunea aproximativ douăsprezece ouă. Înmulțește acest număr cu peste douăzeci de femele edmontozaur și uite așa erau destule ouă. Acesta nu era însă un impas evolutiv – în sensul în care mamiferele profitau de o veche trăsătură dinozauriană. Reproducerea mai rapidă și mai prolifică le-a permis dinozaurilor să depășească mamiferele, dar acest lucru însemna și că

mamiferele se puteau ospăta cu omlete de dinozaur după bunul plac fără riscul de a duce la dispariția sursei de hrană.

Micuța *Mesodma* tresare simțind că este adulmecată pe blană. Este un alt exemplar din specia ei, un pui de mascul care a fost născut de o altă femelă de *Mesodma* din vizuină. Spre deosebire de majoritatea mamiferelor din această perioadă, el nu a ieșit din găoace. Timp de zeci de milioane de ani, vietățile preistorice au păstrat tradiția reproductivă a strămoșilor lor similari cu reptilele și au depus mici ouă din care ieșeau apoi mici pui rozalii care se hrăneau cu lapte ce curgea prin niște orificii de pe abdomenul mamei. De fapt, unele mamifere încă se reproduc în același fel. În schimb, femelele de *Mesodma* păstrau ouăle în interiorul corpului. Puii începeau să se dezvolte în corpul mamei, dar erau născuți mai devreme: dimensiunile mici ale multituberculatelor veneau la pachet cu niște șolduri relativ înguste, prea înguste pentru a permite gestația prea lungă a puilor. În schimb, puii erau născuți mai devreme și se agățau de blana mamei căutând adăpost. Mama care le oferea căldură și protecție nu avea însă un marsupiu complet închis în care aceștia să se cațare, dar avea un pliu de-a lungul abdomenului în care își putea ține puii. Abia dacă mânca ceva în acea perioadă; calciul din oase începea să se dizolve și să intre în fluxul sangvin pentru a-și hrăni puii. Este o moștenire venită din perioada în care vertebratele erau limitate la mediul acvatic.⁷⁶ Peștii străvechi aveau nevoie de minerale din armura lor osoasă care să le furnizeze energia necesară pentru contracțiile musculare ce le permit să străbată distanțe mari. Aceeași abilitate a fost dezvoltată mai târziu de mamifere, ale căror oase se degradau încet pentru ca puii nedezvoltați să poată bea laptele de care aveau nevoie pentru a-și dezvolta propriul țesut osos, dat fiind că oasele acestora erau alcătuite în mare parte din cartilaj.

În cazul de față, puiul de mascul nu trebuie să fie alăptat. A depășit cu mult perioada înțărcatului, dar statul împreună pentru a se încălzi este o practică obișnuită la mamifere.⁷⁷ La fel ca dinozaurii, mamiferele sunt animale cu sânge cald și sunt în mare parte endoterme. Cu toate acestea, mamiferele și-au păstrat dimensiunile mici pentru mai bine de 150 de milioane de ani. Temperatura lor corporală crește și scade în continuare foarte repede. Însă faptul că au ajuns să doarmă îngrămădite unele lângă altele le-a oferit unora dintre viețuitoare un anumit avantaj evolutiv. Trăind în scorburi și vizuini,

neafându-se în câmpul vizual al reptilelor înfometate, mamiferele au ajuns să dezvolte un contact fizic mai mare. Acea căldură împărtășită a constituit un avantaj pentru pui, cărora le era greu să-și mențină temperatura corporală de unii singuri. Să fii în siguranță însemna să-ți fie cald, un comportament fixat de selecția naturală ce le-a permis mamiferelor să devină niște părinți mai grijulii decât unele dintre reptilele înfricoșătoare care stăpâneau lumea. Afecțiunea și supraviețuirea au devenit interconectate. Femela de *Mesodma* își schimbă poziția și se ghemuiește din nou, în timp ce tânărul mascul vine să-și rezeme spatele de al ei, în direcție opusă. În mod normal, acestea ar fi orele de lumină în lumea de deasupra sa. Vor mai trece multe ore până când aceste mamifere adormite își vor scoate nasul deasupra intrării în vizuină pentru a adulmeca și a verifica dacă există prin zonă vreo reptilă. Însă când vor face asta aproape toți dinozaurii non-aviari vor fi dispărut.

În schimb, alți saurieni folosesc aproape același truc ca *Mesodma*, doar că o fac sub apă. *Compsemys* se așază puțin mai aproape de aluviuni și de vegetația descompusă de pe fundul iazului. Este în siguranță aici. Deasupra se întâmplă ceva tare ciudat. Aerul este mult prea fierbinte și a început să fie așa înainte ca arborii să fie pârloliți de incendiile devastatoare. Țestoasa, la fel ca toate celelalte reptile din acest iaz, s-a scufundat în apă când temperaturile au început să depășească $38 \leq C$, scoțând nările la suprafața apei doar când corpul îi solicita o nouă gură de oxigen.

Compsemys este o țestoasă mică, în comparație cu unele dintre rudele sale, având o lungime de doar 30 de centimetri.⁷⁸ Râurile, iazurile și pâraiele din Hell Creek sunt pline de diferite specii de reptile cu carapace. Unele sunt încastrate într-o armură plată formată dintr-o carapace dură, o casă alcătuită din țesut osos precum cele pe care le aveau unele dintre primele țestoase din Triasic. Alte țestoase au carapacea moale.⁴ Acestora le place să se scalde în razele soarelui, au bot mic și prezintă un alt aranjament al carapacei care le conferă o înfățișare mai blândă. Toate depind de apă. Întinderile de apă din Hell Creek oferă hrană și adăpost din abundență, astfel că ravagiile provocate de crocodili și champsozauri – la nivel de populație – sunt neglijabile.

Din fericire, vremea crocodilienilor cu adevărat uriași a apus pentru moment. *Deinosuchus*, care avea o lungime de 12 metri și putea să crape și să deschidă carapacele de țestoase cu o singură mușcătură produsă de dinții săi

uriași și rotunzi, dispăruse cu cinci milioane de ani înainte de apariția lui *Compsemys*. Și chiar dacă existau crocodili cu colți care puteau să sfarme, precum *Brachychampsia*, erau mult mai mici, având, în general, o lungime de aproximativ trei metri. Ceilalți, precum *Thoracosaurus*, se concentrau mai mult pe pești decât pe țestoase, și la fel făceau champsozaurii. Aceste reptile care au apărut mai târziu sunt similare crocodililor, având bot lung și dinți compacți. Se comportă în mare parte precum crocodilienii, dar aparțin unei ramuri evolutive complet diferite – un caz de evoluție convergentă, două familii diferite de reptile care s-au adaptat să vâneze pești și alte viețuitoare mici aproape în același fel.

Și *Compsemys* este un prădător. Capul mare și triunghiular al țestoasei se termină cu un bot gros, acvilin. Țestoasa nu are viteza crocodilienilor care se hrănesc cu pești. *Compsemys* caută să aibă precizie și să muște atât de tare, încât ar putea despica în două un pește. Apoi mănâncă ce-i rămâne în gură. De fapt, ocazional se poate întoarce roata și țestoasele pot să atace chiar și crocodilieni. La urma urmei, măreții crocodilieni sunt mici când se nasc, iar în timpul primăverii, în orice lac în care există o populație sănătoasă de *Compsemys*, încep să dispară repede de la suprafață diferiți pui de crocodilieni.

Însă acum nu hrana este principala prioritate a țestoasei, ci oxigenul. Deși este foarte bine adaptat pentru a petrece aproape fiecare secundă a vieții în adâncul iazului, *Compsemys* tot respiră cu ajutorul plămânilor. Reptila va fi mereu legată de suprafață. În perioadele mai calme, poate să înoate până la suprafață sau chiar să se scalde pentru o vreme în razele soarelui pe vreo bucată de scoarță de copac care plutește, căldura ajutând țestoasa să scape de pielea uscată și de plăcile ce îi alcătuiesc scutul. Însă acum aerul este încărcat de fum și funingine și miroase îngrozitor. Chiar și sub protecția răcoritoare a apei, să ia o gură de aer de la suprafață nu este plăcut. *Compsemys* încearcă să evite cât mai mult gura de aer atât de necesară.

Cel puțin, țestoasa nu trebuie să revină la suprafața apei pentru o vreme. Fiecare gură de aer îi poate permite țestoasei să reziste 40 de minute sub apă și chiar puțin peste 50 de minute dacă stă nemișcată. Este o capacitate impresionantă, dar tot nu este suficient când lumea este pârlită de un val de căldură infernală. Din fericire, de-a lungul milioanei de ani în care

strămoșii lor au trăit și au prosperat în mediul acvatic, țestoasele și-au dezvoltat o altă abilitate. În caz de urgență, pot să respire prin intermediul posteriorului.

În partea din spate, la baza cozii, *Compsemys* prezintă o mică deschizătură. Este orificiul cloacal⁷⁹ și reprezintă echipamentul standard al reptilelor. Crocodilii, șerpii, șopârlele, champsozaurii și dinozaurii – inclusiv păsările – au așa ceva. Cloaca, un „canal colector pentru excreție“, este singurul orificiu pentru sistemul urinar, excretor și reproductiv, un punct central în care se întâlnesc toate aceste sisteme. Dar la *Compsemys* cloaca prezintă ceva deosebit. Pe margine, de jur împrejur există niște mici deschizături specializate denumite burse cloacale. Conțin vase de sânge, iar asta le face atât de importante. Când apa intră în aceste mici deschizături, are loc un schimb de oxigen între apă și piele. Această moleculă esențială vieții trece în capilare, oferindu-i țestoasei puțin oxigen suplimentar pentru a-și extinde timpul petrecut pe fundul lacului.

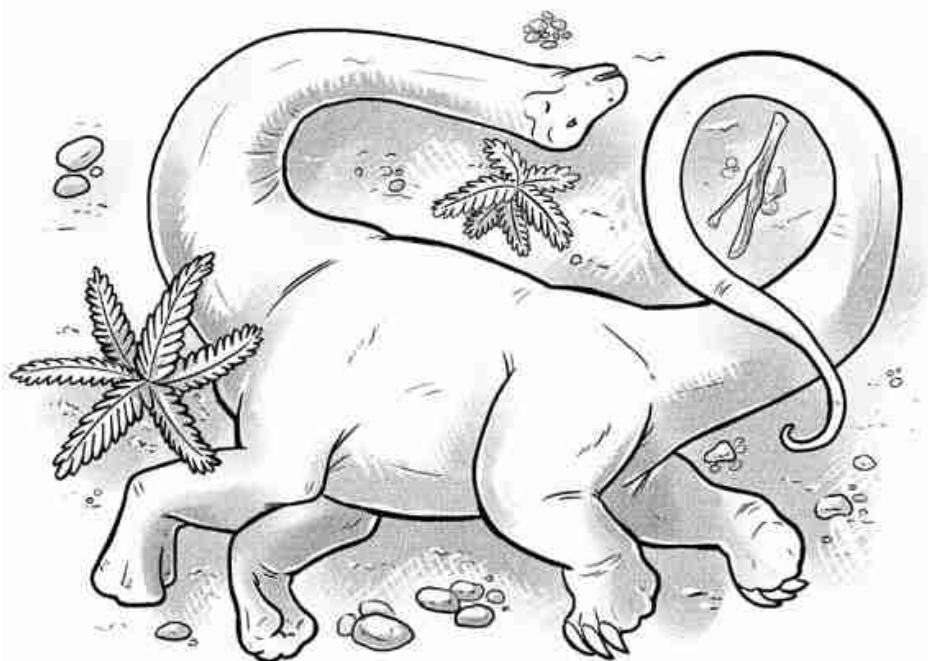
Acest mecanism nu este similar cu ceea ce se întâmplă la nivelul branhiilor. *Compsemys* nu poate rămâne sub apă la nesfârșit. Dar într-o zi ca aceasta, fiecare mic avantaj poate face diferența între viață și moarte. Un organism nu trebuie să fie perfect. Tot ceea ce poate face norocul este să evidențieze trăsăturile pe care acel organism le are deja și să ofere fiecărei vietăți în parte cât mai mult timp. Chiar dacă *Compsemys* nu poate să primească pe această cale alternativă decât 20% din cantitatea necesară de oxigen, pentru țestoasă este suficient. Poate să reziste mai mult de o oră sub apă fără să se forțeze, trebuind să-și ridice botul la suprafață doar de câteva ori în timpul aceluia flux arzător care durează deja de ore întregi. Incendiile încă fac ravagii și o vor mai face pentru ceva vreme, dar, mai devreme sau mai târziu, tot acel combustibil se va termina. Tot ceea ce trebuie să facă țestoasa este să stea sub apă, să înhațe câte un pește care apare ocazional și să facă în așa fel încât fiecare gură de aer să-i ajungă cât de mult posibil îi va permite fiziologia.

Însă lupta pentru viață în prima zi din Paleocen este câștigată sau pierdută în funcție de adaptările biologice. Doar organismele care pot să găsească adăpost – sub pământ sau sub apă – au o șansă. Restul, de la marele edmontozaur la cea mai mică insectă, vor pieri. Nu există nici un

comportament adaptativ care să-i salveze. Evoluția i-a pregătit pentru ziua de mâine și poate pentru cea de poimâine, dar nu pentru așa ceva.

Însă supraviețuitorii nu au nici un motiv să sărbătorească acest lucru. Reziduurile rezultate în urma impactului și căldura transmisă prin aer reprezintă „chibritul“ care a aprins focul extincției, dar incendiul trebuie să se consume în ritmul său propriu. Iar Hell Creek nu s-a confruntat niciodată cu astfel de incendii. Focul, la fel ca precipitațiile, nu vine într-o singură formă. Focul arde și se comportă conform condițiilor din jur, fie că este vorba de flăcări joase și aproape invizibile de deasupra unor tăciuni aprinși sau flăcări portocalii care se cațără până sus pe coroanele copacilor. Un ciclon de flăcări pârlă acum solul unui luminiș prin care călcaseră ankylozauri cu mersul lor agale, tiranozauri gata de atac, mamifere agitate și hadrozauri care pășteau.

Incendiile inițiale din Hell Creek au creat condiții pentru aceste furtuni de foc.⁸⁰ Pe măsură ce flăcările se extind, devin tot mai mari și mai arzătoare, consumul vorace de oxigen din aceste zone care fuseseră înainte pădure a atras și mai mult aer spre foc. Brizele create de incendiile în sine au adus mai mult aer, mai mult oxigen, iar curentul ascendent creat de toată acea căldură a început să urce în spirală, formând coloane de fum răsucite. Fiecare turn spiralat este un punct de intensitate care nu doar că topește și carbonizează tot ceea ce ciclonul de foc atinge, ci absoarbe și umiditatea din mediu pentru a crește șansele ca toate acele țesuturi și materiale să înceapă să ardă. Corpurile dinozaurilor, care s-au uscat din cauza temperaturilor extraordinar de mari ce persistă de câteva ore, încep să ardă, contorsionându-se. În timp ce se usucă, tendoanele de pe spate încep să se strângă. Capul se arcuiește înapoi și coada se ridică în sus, iar carnea care arde se înnegrește și se transformă în rămășițe uscate ale unor animale cândva maiestuoase.⁸¹ Vreme de milioane de ani, aceasta a fost poziția standard în care au murit dinozaurii, o reflexie a anatomiei unice a acestor animale. Aceste corpuri carbonizate din perioada cretacică vor fi ultimele din specia lor ce vor adopta această poziție, rămânând mărturie pentru ziua în care lumea a ars.



În altă parte Insula Indiei

Oasele jainozaurului formează un cerc uriaș în jurul vestigiilor carbonizate ale pădurii care înainte îl hrănea.⁸²

Fiind încă tânăr, corpul acestui jainozaur este cam de mărimea unei vaci. Dinozaurul trecuse cu bine peste primul an de viață critic, dar și peste cel de-al doilea, în care gâtul și coada i se lungiseră și luase și mai mult în greutate. Când a mai crescut, dieta sa a început să se schimbe. Cu cât devenea mai mare, cu atât metabolismul său dezvolta o toleranță mai mare. Putea să mănânce în exces și să nu aibă nici o problemă, să ingereze cantități uriașe de hrană mai puțin nutritivă. Dar, în timpul puseului de creștere, trebuia să selecteze cele mai nutritive plante și fructe. Fiecare înghițitură conta, mai ales că se afla blocată într-o cursă asupra căreia nu avea nici un control. Carnivorele mari stăteau la pândă prin aceste păduri, astfel că cele mai mici sauropode nu ajungeau să sărbătorească primul an de viață. Principalul lor sistem de apărare era să devină prea mari și prea complicat de doborât. Așa că tot ceea ce putea să facă era să mănânce și să mănânce, trăind în fiecare clipă cu speranța că nici un teropod nu stă la pândă și nu se camuflează

printre umbrele pădurii.

Dar acum nu mai exista nici un viitor pentru ea. Nici nu avea vreo rudă apropiată care să-i transmită moștenirea mai departe. Acest lucru este adevărat atât din punct de vedere al liniei evolutive, cât și din punct de vedere al familiei imediate. Nu mai există alți sauropozi pe tot cuprinsul lumii. Familia lor a fost nimicită aproape instantaneu.

Cu excepția puilor, nu există sauropozi mici. Chiar și pe insule, unde, din cauza resurselor limitate, unele specii au devenit pitice, sunt în continuare mult mai mari decât majoritatea dinozaurilor și cu siguranță decât toate mamiferele. Din Triasicul Superior și până în acel moment, dinozaurii s-au adaptat pentru a deveni uriași. Nu a existat nici o rută evolutivă prin care aceștia să dezvolte aripi, să sape vizuini sau chiar să înoate prea bine. Dimensiunile lor se bazau, cel puțin parțial, pe sistemul complex format din pungi de aer care le permitea să respire mai eficient și le mențineau scăzută temperatura corporală. Pungile cu aer acționau și ca niște vezici de pește, ceea ce îi făcea să fie niște înotători mai slabi decât prădătorii care uneori îi urmăreau. Dinozaurii nu fuseseră înzestrați cu trăsăturile necesare pentru a supraviețui acestei crize. Evoluția îi purtase pe acești dinozauri prin numeroase încercări de-a lungul milioanei de ani, dar mai devreme sau mai târziu ceva distruge biodiversitatea fără nici un interes sau vreo răutate.

Și aici ceilalți dinozauri au dispărut aproape cu toții. De fapt, cea mai mare parte din formele de viață. Nici un grup nu a scăpat neafectat. Cu toții au suferit pierderi, chiar și cei aflați într-un loc atât de îndepărtat precum insula subcontinentală a Indiei. În acest moment, acum 66 de milioane de ani, India se rupse de Madagascar, dar nu-și terminase încă drumul către fuziunea cu Asia.⁸³ Încă nu existau Munții Himalaya. India este, sau tocmai a fost, un alt loc plin de dinozauri supus acțiunii de deplasare a plăcilor tectonice.

Dar impactul creat de prăbușirea asteroidului a fost atât de mare, încât nici un loc de pe suprafața Pământului nu era cu adevărat sigur. Viața de pe Pământ devenise dependentă de oxigenul din atmosferă cu miliarde de ani în urmă. Așa că, atunci când aerul a devenit letal, viața terestră nu a mai avut mari șanse. Din Argentina până în Japonia Paleocenului, de la un pol la altul, orice dinozaur aflat pe teren deschis a murit repede, iar flăcările au cuprins cea mai mare parte din lume. În urma impactului, nu doar că au fost

proiectate reziduuri în flăcări la câțiva kilometri distanță sau către cel mai apropiat continent, ci s-au răspândit scânteii pe cuprinsul întregii planete pentru a declanșa incendii globale. Cele mai afectate au fost zonele străvechi ale Americilor, atât din cauza proximității față de locul impactului, cât și din cauza faptului că efectele produse erau atât de devastatoare, încât chiar și în celălalt capăt al planetei extincția s-a produs aproape la fel de repede. Și în timp ce prima zi din epoca Paleocenului se încheia, evenimentele înfiorătoare din acele ore nu au făcut decât să sădească condițiile necesare pentru lupta aparent interminabilă care avea să vină.

3. Există două mari ordine în care au fost clasificați dinozaurii în 1888, de către paleontologul britanic Harry Seeley, în funcție de scheletul bazinului: Saurischia (care prezintă un „bazin de șopârlă”) și Ornithischia (la care se distinge un „bazin de pasăre” precum la *Ankylosaurus* sau *Edmontosaurus*). Cu toate acestea, păsările sunt mult mai înrudite cu cei din ordinul Saurischia. Deși unii paleontologi contestă această clasificare, se folosește în continuare în literatura de specialitate (n. tr.).

4. Este vorba despre speciile din familia Trionychidae, în cazul cărora sunt absente plăcile cornoase, de origine epidermică (aflate la exterior), care compun carapacea propriu-zisă, fiind prezente doar plăcile osoase, de origine dermică (aflate la interior) (n. tr.).



5. Prima lună

Din Hell Creek a mai rămas acum doar un schelet. În multe cazuri, chiar așa e. Oasele carbonizate și sfărâmate ale dinozaurilor sunt împrăștiate în locurile în care aceste șopârle înfricoșătoare s-au prăbușit. Multe dintre ele sunt găurite de dinții unor mamifere precum micile exemplare de *Mesodma*. Micuții săpători care au reușit să supraviețuiască au ciugulit și au ronțait toate resturile de carne și oase, uneori construindu-și adăpostul sub cutiile toracice desfăcute ale titanilor cretacici. O femelă de *Alphadon*, un mamifer similar cu oposumul, trece pe sub oasele care cândva au susținut corpul măreț al unui edmontozaur, iar o mică trupă de pui blănoși stau agățați de spatele ei. În fiecare zi, femela caută insecte, șopârle și alte delicatese care îi vor permite să producă lapte în continuare pentru acești pui paleocenici.

Pădurea este un vestigiu tulburător a ceea ce a fost cândva. Unii copaci încă mai sunt în picioare, dezgoliți de orice frunziș. Deși sunt morți, își păstrează aceeași poziție pe care au avut-o cât erau în viață, doar că acum siluetele lor fragile trosnesc la adierea vântului, fiecare rafală putând să-i doboare la pământ. Covorul de vegetație al pădurii este acum presărat cu copaci doborâți, unii căzuți peste grămezi de dinozauri care se descompun lent. Acum întregul peisaj pare carbonizat, un contrast profund față de tonurile

variate ale pădurilor vii. Dar nu tot ce a rămas din ecosistemul Hell Creek este monocrom. Jos, la nivelul solului, se vede o tufă de ferigi îțindu-se din mici petice de pământ umed, de sub niște bușteni căzuți.⁸⁴

Singura formă de verdeață din întreaga formațiune Hell Creek atinge o înălțime de doar câțiva centimetri, dar fiecare filament în care se produce fotosinteza e o dovadă că viața merge mai departe. Micile fronde și încrețituri verzi creează o aură vibrantă în tot acest peisaj pârjolit. Pare ca și cum primăvara are să se întoarcă în curând în Hell Creek, creându-se deja o viață prosperă din rămășițele perioadei cretacice. Un mic exemplar de *Acheroraptor* face ca o ferigă să se miște în timp ce pășește pe sol, fiind cu ochii în patru după orice mișcare suspectă care ar putea da de gol vreun mamifer ce adulmecă sau vreo șopârlă grăbită.

Chiar dacă acum mai mult de jumătate dintre speciile din perioada cretacică sunt dispărute, nu toți dinozaurii au murit din cauza valului de căldură inițial și al incendiilor care au urmat. Dinozaurii aviari s-au descurcat cel mai bine; unii au reușit să se îngroape în pământ sau să găsească refugiu din calea infernului, pentru a descoperi ulterior o lume din care toți uriașii au dispărut. Au supraviețuit și câțiva dinozauri non-aviari. Nu erau titanii aceia îngrozitori care aruncau umbre lungi deasupra întregului peisaj. Specii precum *Triceratops* și *Tyrannosaurus* fuseseră eliminate pentru totdeauna de pe Pământ și nici nu aveau să mai revină vreodată. Animalele atât de mari nu avut nici o scăpare. Dar unii dintre maniraptori, precum *Acheroraptor*, erau suficient de mici pentru a profita de adăposturile subterane care se găseau de-a lungul teritoriilor. Adăposturile săpate de țestoase, crocodilieni și alte viețuitoare au oferit protecție pe termen scurt pentru acești dinozauri mici și cu pene. Un *Acheroraptor* chiar a avut noroc, adăpostindu-se într-o mică vizuină săpată de mamifere care încă era locuită – o masă numai bună de consumat. Dar astfel de momente norocoase sunt mereu trecătoare. Chiar dacă unii dinozauri supraviețuiseră, existau prea puține resurse pentru a se descurca. Și acum cerul se întuneca și mai tare.

Hell Creek nu era singurul loc care ardea. În toată lumea, pădurile deveniseră o uriașă sursă de foc întrucât căldura de după impact se intensificase. Doar puține zone terestre rămăseseră neatinse de foc. Iar fiecare dintre aceste incendii masive genera în schimb nori de fum, funingine și

cenușă care se înălțau spre cer. Atingând o înălțime de peste 23 de kilometri, acești produși înfiorători ai incendiilor erau răspândiți cu ușurință de curenții de aer pentru a ajunge cât mai departe. Iar atunci când lumea întreagă arde, fumul produs devine mistuitor. Chiar dacă incendiile se atenuează, cerul rămâne negru. De fapt, cerul pare să devină tot mai întunecat – și nu doar de la fumul produs de incendiile active, ci de la faptul că reziduurile creează o cupolă uriașă deasupra atmosferei. Lumina solară a devenit o raritate.

Dar efectele incendiilor nu se opresc aici. Deseori, incendiile de vegetație produc niște particule în suspensie foarte, foarte mici. Sunt atât de mici, încât pot fi inhalate cu ușurință și pot ajunge în țesuturile pulmonare, îngreunând tot mai mult respirația. În aceste zile de la începutul Paleocenului nu se poate spune că vreo formă de viață se bucură cu adevărat de o gură de aer proaspăt. Dinozaurii supraviețuitori au un mic avantaj. Sistemul lor respirator unidirecțional, adaptat pentru a primi suficient oxigen din aer cu puțin efort, le-a permis să scape. Pentru animalele care se bazau pe inspirații și expirații adânci aerul era sufocant. Viața nu era deloc ușoară pentru nici una dintre vietățile care trăiau dedesubtul sau deasupra solului. În mod bizar, incendiile au contribuit la crearea unui alt fenomen care va acționa ca o păsuire în cazul multora dintre vietățile din Paleocen care au supraviețuit.

Incendiile eliberează o cantitate uriașă de dioxid de carbon în atmosferă. Miliarde și miliarde de tone de dioxid de carbon au fost emise și răspândite în aer de aceste incendii la scară globală. Iar de-a lungul istoriei Pământului, cantitățile uriașe de dioxid de carbon atmosferic au alimentat încălzirea globală, ceea ce a avut rezultate catastrofale. Însă în acest caz s-a întâmplat opusul. Excesul de gaze produse de incendii și emise de vulcanii din India preistorică va reduce amploarea extincției în masă.

Organismele de pe Pământ care au supraviețuit nu au de unde să știe acest lucru, dar planeta a intrat abia în primele faze ale unei ierni lungi și îngrozitoare, determinate de impactul nimicitor. S-a încheiat perioada de glorie a incendiilor și a valului arzător de căldură. Nu prea a mai rămas nimic de pârjolit, chiar dacă a început un alt val de căldură. Dar acum lumea este pe cale să se zguduie. Chiar dacă au trecut săptămâni de la impactul cosmic, consecințele cumulate ale catastrofei abia încep să se facă cunoscute.

Rocile joacă un rol critic în desfășurarea extincției. Deși poate părea

ciudat, întrucât organismele supraviețuitoare se agață cu putere de tot ce a mai rămas, viața pe Pământ a existat doar pentru că geologia a permis acest lucru. Soarta întregii lumi stă în soarta rocilor.

Existența unei roci se desfășoară prea lent pentru a fi înțeleasă chiar și de organismele cu cea mai lungă durată de viață. Să ne gândim la un strat de gresie, foi de rocă dezagregată și presărată cu licheni. Acea rocă s-a format din particule de nisip care s-au depus unele peste altele, au fost comprimate și litificate. Aflată în subteran, a fost expusă la aer de către forțele tectonice de lungă durată, apoi readusă în subteran pentru a deveni sediment și sol pentru o altă eră – compuşii și profilul geochimic al trecutului oferind astfel fundația pentru prezent. Păduri întregi au crescut din rămășițele a ceea ce reprezenta fundul mărilor de altădată. S-au format deșerturi în locuri în care altădată fuseseră lacuri întinse. În fiecare strat de rocă și fiecare stâncă se găsesc povești care conțin alte povești, fiind la fel de unice precum amprente.

Pământul nu este acoperit de un singur strat de rocă sedimentară ca și cum ar fi un soi de portocală cosmică. Rocile lumii sunt incredibil de variate când vine vorba de caracteristici: există roci ignifuge, metamorfice și sedimentare, bazalt, șisturi și gnais, roci expuse în deșerturi sau acoperite în păduri. Prin urmare, evenimentele geologice produc consecințe.

Roca masivă care a lovit planeta face parte din povestea noastră geologică. Aceasta a făcut parte cândva dintr-o poveste astronomică, fiind catapultată la întâmplare de-a lungul sistemului solar pentru a întâlni roci noi pe planeta noastră. Deși cu siguranță putem reflecta la ce s-ar fi întâmplat dacă asteroidul nu ar fi nimerit planeta – trecând pe lângă Pământ așa cum au făcut-o și continuă să o facă multe alte obiecte cerești –, acest scenariu este prea simplist, prea binar, ca și cum ar fi existat doar două posibilități în acea zi fatidică: să lovească planeta sau să o rateze. Povestea spusă de roci este mult mai complicată. Devastarea produsă de prăbușirea asteroidului nu a fost, ca să ne exprimăm astfel, scrisă în piatră. Au existat și alte variante pentru soarta planetei dacă asteroidul s-ar fi prăbușit în mare sau s-ar fi ciocnit cu alt tip de rocă terestră. Poate că s-ar fi produs dezastre locale și poate chiar un val de căldură degajată la nivel global, dar speciile care ar fi supraviețuit nu ar mai fi trebuit să treacă prin ce urmează să li se întâmple. Într-o astfel de poveste alternativă, micii rapitori carnivori poate că ar fi continuat să vâneze

mamifere mici, folosindu-și ghearele de forma unor coase pentru a-și săpa adăposturi subterane și pentru a se asigura – într-un fel – că dominația dinozaurilor va continua pentru alte câteva milioane de ani.

În alte circumstanțe, poate că raptorii care supraviețuiseră ar fi instaurat o nouă eră a dinozaurilor. La urma urmei, în perioada Triasicului, unii dintre dinozauri erau carnivore bipede și se hrăneau cu sinapside, asemănătoare cu nevăstuicile, și cu resturi care rămâneau din prada crocodililor. Deseori, animalele carnivore pot ajunge omnivore, o cale ce le poate transforma în ființe erbivore. Acest lucru s-a întâmplat în mod repetat pe parcursul erei mezozoice. În perioada cretacică, de exemplu, un grup de dinozauri prădători de dimensiuni medii au început să consume o varietate mai mare de hrană. Poate că nu au putut să concureze cu alți vânători din acea vreme sau poate că aveau niște gusturi mai cosmopolite. În orice caz, aceștia au trecut printr-o serie de schimbări care s-au petrecut de numeroase ori de-a lungul a diferite ramificații ale arborelui filogenetic al dinozaurilor. Dinozaurii cu dinți mai mici și mai compacți au început să fie favorizați de selecția naturală. Dinozaurii care puteau să digere exoscheletul dur al insectelor și să extragă cele mai multe substanțe nutritive din plante se descurcau mai bine. Dar alimentația pe bază de plante presupunea ca bolul alimentar să se deplaseze lent de-a lungul intestinelor pentru a valorifica fiecare înghițitură cât mai mult, așa că dinozaurii ale căror intestine puteau să descompună plantele verzi au prosperat. Bineînțeles, un astfel de sistem digestiv avea nevoie de mai mult spațiu – dar și de o cutie toracică mai mare și șolduri mai late. Iar dinții folosiți pentru a mușca au devenit și mai mici, retrăgându-se din partea anterioară a cavității bucale, care avea să se transforme apoi într-un cioc. Aceste animale erau therizinozaurii, erbivore care au evoluat din strămoși carnivori. Nu au devenit erbivore peste noapte, dar reprezintă o mărturie a faptului că, dacă există suficient timp și suficient imbold, desfășurarea aleatorie a evoluției poate să transforme un carnivor într-un erbivor și invers. Dacă ar fi supraviețuit iernii generate de impactul cosmic, dinozaurii asemănători cu raptorii ar fi instaurat o nouă eră a dinozaurilor cu specii la fel de diverse, cu puf, cu peri, cu coamă și cu solzi, așa cum se întâmplase în urmă cu 135 de milioane de ani.

Însă o a doua domnie a dinozaurilor nu va mai exista. Straturile de roci pe

care asteroidul le-a lovit se formaseră în mările preistorice cu milioane de ani în urmă. Conținând carbonat de calciu, rocile de la locul impactului erau ceea ce mai rămăsese dintr-o mare caldă, de mică adâncime, în care se aflaseră recife întinse, pline de forme de viață. Coloniile de corali se transformaseră în mici imperii în acele ape scăldate în lumina soarelui. Amibe mici, protejate de cochilii, cunoscute ca foraminifere, au proliferat sub formă de plancton, alături de alge acoperite de niște discuri numite cocoliți. Roca lăsată în urmă de aceste ape nu era formată, în principal, prin sedimentarea particulelor de nisip, ci, în mare parte, conținea cochiliile acestor vietăți care formau planctonul, cochilii pe care se străduiseră din greu să le secrete pentru a le conferi protecție și adăpost. Din cauza schimbării nivelului apei, această mare a secat. Apele evaporate au lăsat în urmă cantități uriașe de cristale de sare – codificate în rocă drept anhidriți. Principalul element chimic din compoziția acestor cristale de sare transformate este sulfatul de calciu, CaSO_4 .⁸⁵ Această ultimă parte este cea mai îngrijorătoare pentru vietățile din Paleocen.

În urma impactului, o cantitate uriașă din ceea ce a fost odată rocă a fost transformată instantaneu în particule în suspensie. Nu doar că au fost eliberate cantități vaste de gaze cu efect de seră, dar și sulfatul de calciu a fost transformat într-un aerosol. Sulfatii se răspândesc prin atmosferă la fel ca particulele de praf și reziduurile rezultate în urma impactului. Dacă am putea mări imaginea cu aceste particule extrem de mici în timp ce sunt răspândite în atmosferă, ar părea că sunt transparente. Ar putea să pară chiar inofensive. Și, în cantități mici, chiar așa ar fi. Dar impactul cosmic a creat nori uriași de particule de sulfati, nori proiectați la o înălțime suficient de mare încât să se răspândească rapid în restul lumii cu ajutorul curenților de aer. Într-o cantitate atât de mare, particulele de sulfati reflectă foarte multă lumină solară.⁸⁶

Razele călduțe ale soarelui nu ajung pe Pământ în mod necondiționat, ci acest lucru este posibil, în general, doar datorită elementelor din compoziția atmosferei planetei noastre. Dar toate acele reziduuri expulzate în aer și împrăștiate peste tot în lume au creat un scenariu mult mai îngrozitor, mai sufocant. Pe lângă praful produs în urma impactului, incendiile de vegetație au eliberat în aer cantități astronomice de funingine și alte particule negre bogate în carbon. Culoarea neagră a acestor particule absoarbe foarte bine radiația solară. Într-un alt scenariu – precum o activitate vulcanică intensă –,

acești nori formați din particule de carbon poate că ar fi contribuit la încălzirea atmosferei în anii care aveau să vină. De fapt, un astfel de eveniment se va întâmpla peste 10 milioane de ani din acest moment din Paleocen. Însă acum aceste particule sunt suficient de negre pentru a crea umbre întinse. Mai rău, sulfații reflectă razele solare îndreptate spre planetă. Orice radiație care nu este reflectată înapoi imediat spre spațiul cosmic este absorbită, blocată de un nor de praf ce se întinde la nivel global.

Chiar dacă incendiile s-au diminuat, lumina zilei tot nu a revenit.⁸⁷ Cerul a rămas întunecat – nu la fel de întunecat ca în nopțile fără nici o stea, ci este o ceață întunecată care blochează pătrunderea a până la 20% din radiațiile emise de soare. Este mai mult decât suficient pentru a începe să destabilizeze fundația a aproape oricărui ecosistem de pe Pământ – sau cel puțin a tuturor celor care se bazează pe producția constantă a organismelor fotosintetizatoare, fie că acestea sunt arbori sau alge. Seara, când lumina ajunge mai aproape de orizont, soarele ia o nuanță roșiatică amenințătoare – particulele din aer au blocat lungimile de undă pentru albastru și violet din spectrul luminii, astfel încât domină roșul. Și acest lucru va rămâne așa pentru ceva vreme. Simpla forță a impactului a dus la propulsarea de resturi de materie în aer, la eliberarea de dioxid de carbon și sulfați la înălțimi mult mai mari decât ar fi putut să o facă orice erupție vulcanică. Odată ajunse în stratosferă, particulele s-au răspândit pe distanțe mult mai mari – și au avut nevoie de mai mult timp pentru a fi atrase înapoi spre pământ. Nu vor fi doar câteva luni de întuneric sau un an fără vară. Frigul abia a început să se instaleze. Zilele plăcute din perioada cretacică s-au sfârșit. În câteva săptămâni, temperatura va scădea drastic. Și va continua să scadă. Temperatura medie la nivel global va scădea cu peste 16°C față de maximul absolut din perioada cretacică, o scădere drastică de temperatură indiferent de anotimp.

Dar supraviețuitorii cretacici au un salvator neașteptat care să lupte împotriva întunericului apăsător. Și poate fi o senzație ciudată, date fiind toate ororile care s-au petrecut deja în Hell Creek și în restul lumii. Pierderile sunt deja șocante, iar organismele care au reușit să supraviețuiască într-un fel valului de căldură vor avea de îndurat ani întregi de iarnă. Fundațiile ecosistemelor afectate vor fi acum destabilizate întrucât fotosinteza a ajuns

aproape în colaps, iar plantele se chinuie să supraviețuiască. Probabil pentru prima dată în istorie de când a apărut viața pe Pământ, vulcanii vin în ajutor.

Departe de Hell Creek, dincolo de ocean și chiar puțin mai departe de atât, în provincia Capcanele Deccan, o regiune vulcanică din India preistorică, s-au produs erupții.⁸⁸ Aici se află vulcani extraordinar de masivi, dar nu sunt de genul celor care aruncă în aer în mod dramatic bucăți de rocă topită, ca niște artificii geologice. Nu, Capcanele Deccan sunt platouri de bazalt. Acestea erup și din ele curge lavă, întinzându-se pe sute de mii de kilometri pătrați în jur. Iar recent regiunea a devenit din nou activă.

Cu mai bine de un milion de ani înainte de impactul cosmic, în regiunea Capcanele Deccan s-au produs erupții vulcanice, revărsându-se o cantitate uriașă de lavă. Iar odată cu aceste erupții au fost eliberați în atmosferă dioxid de carbon și sulfati, ceea ce a generat o mică scădere a temperaturii globale. De fapt, se poate ca dinozaurii din Hell Creek să fi devenit mai mari decât predecesorii lor pentru a ține pasul cu aceste schimbări – un animal cu cât este mai mare, cu atât poate să-și păstreze mai bine temperatura corporală. Apoi activitatea vulcanică s-a oprit temporar, iar platourile de bazalt astfel create s-au răcit și au îndeplinit noi funcții, ca parte din suprafața Pământului. Asta până cu puțin timp înainte de impactul cosmic. Când asteroidul a început să se apropie de ținta sa finală, vulcanii au început să reverse mai multă lavă în jur, eliberând cantități uriașe de dioxid de carbon și alte gaze cu efect de seră. Iar această activitate arbitrară va proteja supraviețuitorii de impactul și mai mare al iernii instalate în urma coliziunii.

Nici un factor, dacă e luat separat, nu are un impact decisiv.⁸⁹ Există tensiuni între perturbările geologice și cele atmosferice care s-au declanșat înainte ca asteroidul să se prăbușească. Fumiginea, praful, modul în care gheața oceanică reflectă lumina solară, sulfatii, dioxidul de carbon, metanul și alți factori se atenuează reciproc și se află într-o mișcare continuă, fiind eliberați în atmosferă, căzând pe Pământ sau blocând lumina solară. Și nu toți acești factori au aceeași influență. Unii au un impact mai mare decât alții. Dioxidul de carbon este un gaz cu efect de seră extrem de puternic, iar emisiile produse de erupțiile vulcanice din Capcanele Deccan au determinat creșterea temperaturii medii globale cu aproape 12°C. Este un compromis mic atunci când privești imaginea de ansamblu, dar este suficient. Asta e tot

ce contează acum. Există o mică oportunitate pentru a prospera. Formele de viață care au mai rămas vor trebui să se descurce cu ce au, așteptând douăzeci de ani pentru a reveni la temperaturile dinainte de prăbușirea asteroidului.

Această salvare venită din partea vulcanilor nu e ceva obișnuit. În trecut, vulcanii au redus viața de pe Pământ la fel de abrupt precum prăbușirea asteroidului. Cea mai îngrozitoare extincție în masă dintre toate, care a avut loc cu 186 de milioane de ani înainte de impactul cosmic din Cretacic-Paleogen, a fost declanșată de o activitate vulcanică atât de intensă, încât a determinat modificarea cantităților relative de dioxid de carbon și oxigen din atmosferă. Erupțiile vulcanice din regiunea Capcanele Deccan nu fuseseră atât de puternice, dar, pur întâmplător, le-au oferit o șansă la viață speciilor care au supraviețuit. Dacă asteroidul nu ar fi lovit niciodată Pământul, dinozaurii non-aviari ar fi putut să supraviețuiască fără probleme. La urma urmei, dinozaurii au apărut în urma unor astfel de erupții. Extincția din Triasic-Jurassic, care a avut loc cu 135 de milioane de ani înainte de acest impact cosmic, a fost declanșată de o activitate vulcanică intensă în mijlocul continentului Pangea de la acea vreme. Un val de căldură a fost urmat de o răcire bruscă, iar dinozaurii au putut să supraviețuiască acestor fluctuații subite de temperatură datorită faptului că erau animale cu sânge cald și corpul le era acoperit de peri similari unor pene. Poate că erupțiile din regiunea Capcanele Deccan ar fi dus la dispariția unor specii, dar nu ar fi eradicat dinozaurii non-aviari. Evenimentele extreme care s-au produs după impactul cosmic au dus la decimarea dinozaurilor, lăsând în viață păsările și câțiva raptori răătăciți.

Dar formațiunea Hell Creek nu a fost acoperită încă de zăpadă. Puful palid împrăștiat de-a lungul habitatului este de fapt cenușă, iar pământul devine gri precum cerul. În stratul de cenușă care s-a depus se văd urme mici. Unele au cinci degete – un indiciu al prezenței mamiferelor care aleargă și străbat în grabă acest loc transformat. Alte urme sunt mai mari, au trei degete și sunt mai răsfirate, fiind lăsate de păsările care caută de mâncare. Dar câteva sunt cu doar două degete, opera unui acheroraptor care vânează prăzi mici, căutând ceva crocant și succulent printre resturile care se descompun încet.

Este greu să vânezi ceva în aceste zile. Nu doar că prada e mai puțină, ci și opțiunile din meniu s-au redus. Nu are nici un rost să se ascundă și să stea la

pândă, sărind pe vreun ghemotoc de blană cu ambele picioare și imobilizând la pământ mamiferul cu ghearele sale ce pătrund adânc în musculatură și îi sfârtecă organele. În aceste zile, toate mesele par să fie obținute printr-o combinație de disperare și noroc.

Dar arsura aceea lentă provocată de foame nu s-a instalat încă. Chiar în această dimineață, acheroraptorul a luat urma unui miros respingător care venea dintr-o vizuină. Era o multituberculată care murise și începuse să se descompună într-o vizuină abandonată. Era suficient pentru el. Carnea e carne, fie că este proaspătă sau puțin stricată, și cu siguranță nu este momentul potrivit să fie pretențios. Acheroraptorul a tras de ceea ce mai rămăsese din musculatura mamiferului, iar dinții săi curbați au pătruns în carne și au început să sfârtece încet, mâncând cât putea să apuce.

Când te ospătezi dintr-un leș poți ajunge să te murdărești destul de mult și mirosul respingător să rămână lipit de tine. Și cu toate că nu are cum să se spele cu limba așa cum pot face mamiferele, acheroraptorul poate măcar să se curețe puțin. Se așază într-o pădurice cu arbori uscați, sub una dintre ferigile cele mai mari, întinde un braț acoperit de pene lungi și maronii cu pete albe și își începe ritualul de curățare. Una dintre pene îi este ruptă și distrusă. O mușcă, încercând să o smulgă pentru ca în locul ei să crească una nouă. Majoritatea penelor sunt deja curate, dar a fi curat pentru un dinozaur înseamnă deseori a avea păduchi prin pene și alți mici paraziți. Și aceste organisme parazitare au suferit o extincție în masă. Dispariția dinozaurilor a determinat și dispariția unui număr mare de activități ecologice care se dezvoltaseră în jurul lor, fiind create astfel breșe în habitatele în care au trăit cândva acești ingineri ai ecosistemului.

Lumea din Hell Creek era dominată complet de dinozauri. Aceștia păreau să ocupe întregul peisaj, având diferite forme și dimensiuni. Creaseră o lume în care nu puteau fi egalați. Cei mai mari locuitori dinozaurieni din Hell Creek aveau peste doisprezece metri lungime și cântăreau nouă tone, pe când cei mai mici erau de dimensiunea unui pițigoi, dar exemplarul mediu din ecosistem avea mai mult de trei tone. Un exemplar de edmontozaur care nu ajunsese încă la maturitate, având o lungime de nouă metri, reprezenta dinozaurul tipic din Hell Creek. Era imens. Aceste animale modelaseră întregul ecosistem în funcție de nevoile lor.

Turmele de triceratopși urmau adeseori aceleași trasee către ochiurile de apă sezoniere. De fiecare dată când mășăluiau bătătoreau pământul puțin câte puțin. În timp, de-a lungul anilor, au format noi zone umede care presupuneau mai multe rute, ceea ce a dus la bătătorirea unei suprafețe și mai mari de pământ, pentru că unele iazuri au început să se umple cu sedimente și să sece. Când tiranozaurii își construiau cuiburi, îndepărtau grămezi uriașe de vegetație din jur. Nu doar că acest comportament era cumva similar unei forme preistorice de plivit, dar grămezile lor de vegetație smulsă și descompusă deveneau case pentru șerpi, șopârle, insecte, păianjeni și mamifere mici – mai ales atunci când cuiburile erau complet abandonate. Atunci când smulgeau plante, edmontozaurii și ankylozaurii mereu înfometati modelau de fapt pădurile. Plantele tinere și succulente erau mereu cele mai mari delicatese, așa că acești dinozauri smulgeau deseori plantele tinere care nu mai apucau să se dezvolte. Aceste megaerbivore mențineau luminișurile și terenurile deschise, așa cum făcea triceratops atunci când își freca de copaci coarnele până ajungea să-i doboare pe unii dintre ei. Solul era bătătorit, semințele erau împrăștiate, în urmă erau lăsate leșuri de animale pentru a fertiliza solul cu toți compușii chimici care se găseau în carne și în oase. Iar cantități uriașe de excremente erau produse de către orice vietate, de la carnivorele solitare la turmele uriașe de dinozauri. Aceste animale nu au trăit pur și simplu într-o lume gata pregătită. Dinozaurii și-au construit efectiv propria lume.

Desigur, viața a evoluat în jurul acestor forțe dinozauriene. Insectele au acceptat cu ușurință aceste șopârle înfricoșătoare, căci le ofereau o sursă de hrană și adăpost deopotrivă. Puricii, unii dintre aceștia ajungând până la 2,5 centimetri lungime, erau o sursă obișnuită de disconfort în pădure. Aceste insecte și-au dezvoltat aparate bucale specializate ca să treacă de solzi și pene și să ajungă la sânge. Păduchii, desigur, au găsit suficient spațiu pentru a se face confortabili printre solzii și penele dinozaurilor. Și cum puteau să trăiască unele coleoptere fără excrementele lăsate în urmă? Toate acestea reprezentau o sursă de hrană aparent infinită, ca să nu mai spunem un loc pentru depunerea următoarelor progenituri. Chiar și dinozaurii care pieriseră își aveau rostul lor. Cel puțin începând din Jurasic, unele specii de coleoptere reușeau să pătrundă cu ușurință prin oasele dezgolite de dinozaur, ajungând

să sape în țesutul spongios mici cripte pentru larvele lor. Nici o parte din dinozaur nu era irosită.

Dar nu aveau să mai fie grămezi uriașe de excremente ale dinozaurilor și existau mult mai puține gazde pentru speciile parazite. Nu mai există alte animale cu solzi și sânge cald pe care să le infesteze. Păduchii care au mai rămas sunt purtați de cei câțiva supraviețuitori, dinozauri aviari și non-aviari.⁹⁰ Ei sunt cei care au mai rămas din propria extincție în masă, care nu e rezultatul direct al impactului, ci al pierderii locuinței și a sursei de hrană. Păduchii care au mai rămas vor trebui să sară pe oricare specii cu pene pot și să găsească un nou ritm în cântecul vieții, făcându-și gazdă păsările care au putut să se ascundă în timpul celei mai îngrozitoare perioade a valului de căldură.

În schimb, viermii nu trebuie să se îngrijoreze atât de mult.⁹¹ Chiar dacă unii dintre aceștia care se aflau aproape de suprafață au fost prăjiți de radiațiile infraroșii, majoritatea au rămas protejați de sol. Întreaga lor lume este subterană, un loc mai puțin susceptibil la variații de temperatură și climă. Și se reproduc suficient de repede și într-un număr atât de mare încât sunt printre organismele care nu trebuie să-și facă prea multe griji în legătură cu iarna care va veni. Viermii nu sunt uriași și pot să pară chiar simpli. Își vor continua existența pur și simplu, căutând hrană în sol și săpând tuneluri pe orizontală ca să se poată deplasa. La fel ca paraziții și insectele care au supraviețuit, nu știu că totul s-a schimbat sau că acum lumea este diferită. Pur și simplu, își vor continua existența.



În altă parte Asia Paleocenului

Pădurile sunt învăluite într-o liniște mai adâncă acum.⁹² Nu doar din cauza lipsei dinozaurilor non-aviari, ci și din cauza pierderii viețuitoarelor mici. Corul de păsări care se auzeau în zorii zilei nu mai este atât de răsunător acum, în aceste dimineți atât de gri. Nici nu mai sunt tot atâtea multituberculata care să ție și să se certe din cauza teritoriilor. Rareori se mai aud strigătele competitive ale mamiferelor – o multituberculată fluturându-și coada de pe creanga unui copac în timp ce o alta îi atrage atenția la fel de energic din vârful unui pin din apropiere. Cu câteva excepții, multituberculatele au dispărut de aici.

Dar mamiferele nu au dispărut complet. O mică vietate îndesată se plimbă pe solul pârjolit al pădurii, ca și cum are tot timpul din lume să facă asta. Este perfect mulțumită să doarmă în vizuina sa subterană – gonind orice șarpe care apare ocazional, bineînțeles – și iese din când în când ca să caute semințe, lăstari și nuci, luând câte puțin din părțile mai proaspete ale acestui bufet paleocenic.

Este un mamifer placentar, o apariție relativ nouă în lumea mamiferelor. Deși mamiferele au apărut în același timp cu dinozaurii, cele placentare există doar de 35 de milioane de ani. Precum multe dintre rudele sale, acest ghem de

blană rotund naște pui vii destul de dezvoltati. Puii sunt încă relativ neajutorați, au ochii închiși și au nevoie de laptele mamei timp de mai multe săptămâni, dar se ridică și sunt mai rapizi decât progeniturile marsupialelor și ale monotremelor, care au reușit, la rândul lor, să supraviețuiască acestei catastrofe. Dar acesta nu este singurul avantaj pe care îl are micul mamifer.

Deși nu pare, această viețuitoare cu blană reprezintă începuturile a ceea ce va fi în mod indubitabil cel mai de succes grup de mamifere din toate timpurile – rozătoarele. Această viețuitoare este, de fapt, un protorozător, un mic animal cu un set de incisivi mici ca niște dălți în partea din față a maxilarelor. Acești dinți vor fi secretul succesului mamiferului.

Protorozătoarele nu sunt primele mamifere care au avut astfel de dinți. De fapt, numeroase multituberculate au folosit astfel de dinți frontali timp de milioane de ani. Această dotare le-a permis mamiferelor să beneficieze de calciu suplimentar extras din oasele dinozaurilor pe care le ronțăiau și, în general, să treacă de învelișul dur al altor surse de hrană. Dar aici, în Asia Paleocenului, au dispărut aproape toate multituberculatele.

Lumea cretacică nu era omogenă în ceea ce privea habitatele și speciile. Comunități similare de organisme puteau fi descoperite pe alte continente, dar formate din specii diferite, cu adaptări și comportamente variate. În timp ce printre multituberculatele din America de Nord se află unii săpători abili precum *Mesodma*, cele din Asia petreceau mai mult timp la suprafață și în copaci. Nu aveau construite refugiile necesare în momentul în care asteroidul s-a prăbușit și lumea a fost cuprinsă de flăcări. Majoritatea au pierit, în timp ce alte mamifere – precum acest protorozător – au supraviețuit aproape neafectate.

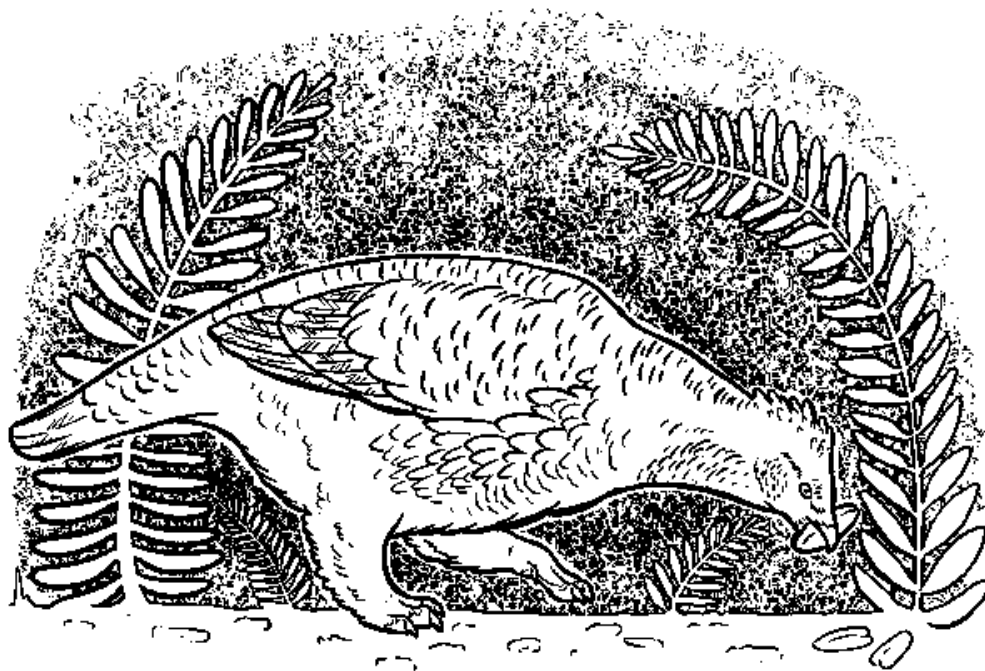
În aproape orice alt loc de pe planetă, multituberculatele ar fi eliminat din competiție un astfel de protorozător. Multituberculatele erau deja bine adaptate pentru a face aceleași lucruri pe care le fac rozătoarele. Și vor supraviețui ici și colo pe Pământ pentru încă vreo zece milioane de ani. Dar aici, în Asia, toate multituberculatele au pierit. Acestea acopereau o nișă ecologică uriașă care acum era liberă.

Femela protorozător pășește neîncrezătoare și adulmecă marginea unui trunchi doborât. Urinează pe el pentru a-l marca. Un alt exemplar din specia ei a trecut deja pe acolo și stă în natura ei să răspundă în acest fel. Poate că o

întâlnire ar duce la luptă. Poate ar duce la începuturile unei noi generații. Oricum ar fi, comportamentul de marcare prin care își lasă mirosul specific este un obicei al mamiferelor.

Își continuă mersul agale, dând în cele din urmă peste niște semințe. Perfect. Cu mâinile ei mici ia embrionul protejat de o coajă tare și începe să-și pună dinții la treabă. Va avea nevoie de ceva timp pentru a ajunge la conținutul nutritiv din interior, dar o va face. Să muști cu forță nu este singura modalitate de a crăpa un fruct cu coaja lemnoasă.

Și aici temperaturile vor scădea la fel ca peste tot. Iarna produsă în urma impactului cosmic variază la fel ca norii de gaze toxice, dar este precum o pătură grea ce acoperă întreaga planetă. Peste tot va fi mai frig. Însă, pe parcursul iernii, aceste protorozătoare vor continua să găsească hrană, să se reproducă și să se retragă în subteran, în vizuinile lor călduroase, aventurându-se afară atunci când vor avea nevoie și sperând să nu ajungă în ghearele dinozaurilor care au mai rămas. Pentru moment, tot ce contează este să supraviețuiască.



6. După un an de la impact

Temperaturile sunt în continuare scăzute.

Frigul persistent contrastează cu peisajul distrus de incendii. Hell Creek nu era o pădure tropicală, dar era un paradis de vegetație luxuriantă. Acum, toată vegetația părea să fie la nivelul solului, ferigile care încă nu-și desfăcuseră frondele și lăstarii plini de potențial formând o pădure ce nu depășea mai mult de câțiva centimetri înălțime. Rămășițele aproape scheletice ale pădurii încă stăteau în picioare, trunchiurile de copaci erau înnegrite din cauza incendiilor care produsese răvagii în orele de după impactul cosmic, iar oasele dinozaurilor și ale altor vietăți care se descompuneau încet încă erau vizibile la suprafață. Chiar dacă părțile moi au putrezit în mare parte, acest lucru nu s-a întâmplat și cu părțile dure și aspre de piele care încă erau atașate de crani și de coaste, și vor trebui să treacă ani buni până când aceste părți mineralizate ale șopârlelor înfricoșătoare se vor dezintegra complet. Supraviețuitorii lumii cretacice trăiesc în acest cimitir uriaș în care rămășițele

ecosistemelor de odinioară le amintesc de fragilitatea vieții.

Razele palide ale soarelui cad peste oasele unui *Thescelosaurus* care se dezintegrează ușor. Pentru o „șopârlă înfiorătoare“, s-ar părea că acest dinozaur a fost unul dintre cei mai inofensivi saurieni care au existat vreodată. Când trăia, acest erbivor avea peste trei metri lungime și cântărea peste 225 de kilograme. Făcea parte din categoria dinozaurilor non-aviari de mici dimensiuni, mai ales într-un mediu în care corpurile masive ale triceratopșilor și edmontozaurilor erau o priveliște zilnică. Dar lui *Thescelosaurus* îi pria viața la scară mică. Erbivorul era un ornitopod, un văr îndepărtat al măreților hadrozauri, având un cioc mic și membre puternice care îl ajutau să depășească orice prădător care s-ar fi strecurat prin pădure. *Thescelosaurus* nu avea armură, coarne, țepi, gheare încovoiate sau orice alt ornament din arsenalul dinozaurian. Din anumite puncte de vedere, era o relicvă a unor vremuri dinozauriene mai îndepărtate, când unele dintre primele erbivore ocupau aceeași nișă. Poate că *Thescelosaurus* nu juca rolul cel mai important în povestea dinozaurilor, dar tot putea să supraviețuiască dacă se hrănea cu ferigi și cu alte plante joase; era echivalentul cretacic al unui cervid.

Dar acum acest lucru se schimbase. Chiar dacă reușise să supraviețuiască incendiilor și valului de căldură de la început, *Thescelosaurus* va întâmpina dificultăți în a găsi suficientă hrană. Exista în continuare riscul de a fi redus în cele din urmă la o grămadă ușor dezorganizată de oase albe, cu gâtul curbat și coada ridicată, dat fiind că în oasele sale deja slăbite se produceau tot mai multe fisuri cu fiecare zi care trecea. Iarna se instalase complet.⁹³

În săptămânile și în lunile de după impact, cerul a fost acoperit de funingine, dar acum negura aceea constantă se risipise. Razele soarelui ajungeau din nou în Hell Creek. Dar nu mai era la fel ca în urmă cu un an. Sulfații care rămăseseră în atmosferă încă erau purtați de curenții de aer la distanțe de kilometri întregi față de suprafața planetei, continuând să reflecte o cantitate mare de lumină solară înapoi în spațiu. Aceștia diminuau lumina solară care ajungea pe planetă cu aproape 20%.

Din acest punct de vedere, supraviețuitorii din Hell Creek se pot considera norocoși. Viața pe Pământ depinde de lumină și mare parte din lumina solară din timpul zilei continuă să ajungă la ei. Flora din Hell Creek s-a adaptat

pentru a face față diferitelor anotimpuri din fiecare an și mai ales modificării duratei fiecărei zile produse de orbita și înclinația Pământului. Însă nu poate face față unei reduceri cu o cincime a cantității de lumină solară.

Plantele nu au rămas neafectate de calamitate. La fel ca în cazul animalelor, extincția în masă a adus fiecare specie în pragul colapsului și dincolo de el. Nu numai incendiile care au făcut ravagii, ci și frigul intens din timpul iernii generate de impactul cosmic au împiedicat aproape complet plantele care au supraviețuit să se dezvolte și să se răspândească. Nu este o chestiune de spațiu aici. Este spațiu pentru toți nou-veniții acum. Problema e lipsa luminii solare.

Succesul uriaș și îndelungat al plantelor se bazează pe fotosinteză, un proces care se desfășoară de miliarde de ani. Este trucul biologic prin care a fost oxigenată atmosfera Pământului, stabilind o cale prin care evoluția vieții să fie dependentă de dioxid de carbon și oxigen, și nu de alte gaze. Și la fel ca acele celule fotosintetizatoare extrem de vechi, celulele plantelor transformă compușii naturali din mediul lor în hrană, energie și produși secundari pe care se bazează alte viețuitoare. Plantele din Hell Creek – de la cicadee la palmieri – au absorbit dioxidul de carbon din aer și apa din sol. Lumina solară care atingea părțile verzi ale plantelor oferea sursa de energie vitală pentru ca apa să fie transformată în oxigen și dioxidul de carbon în glucoză, energia necesară pentru dezvoltarea plantelor. Indiferent de tipul de plantă, de la ferigi la copaci care înfloresc, fiecare dintre acestea se bazează pe fotosinteză pentru a crește și a supraviețui.

Dar acum nu mai există prea multă energie solară care să ajungă la frunze. Unele dintre plantele care încearcă să se dezvolte sunt șterse și maronii în loc să aibă o nuanță de verde vibrant. Fotosinteza nu a fost oprită complet, însă nu există suficientă energie pentru dezvoltarea completă a multor plante. Plantele adulte s-au transformat în cenușă, iar lăstarii nu pot primi energia de care au nevoie – lumea este la fel de dură pentru plante cum este pentru animale. Din peste 130 de specii diferite de plante care creșteau cândva din abundență pe întinderea formațiunii Hell Creek, au mai rămas doar un sfert.⁹⁴ Nu s-au pierdut familii întregi, la fel cum și în cazul dinozaurilor și al mamiferelor există supraviețuitori, dar unele plante au dispărut pentru totdeauna. Probabil cea mai evidentă absență este cea a speciei *Dryophyllum*

subfalcatum. Acest arbore măreț și cu o coroană bogată a aparținut aceleiași familii din care fac parte nucul și hickori. De fapt, era similar unui hickori cu ramurile joase și cu frunze lungi și crestate. Primăvara, aglomerările de flori lungi cu un aspect pufos denumite amenți apăreau peste tot în acești copaci, așteptând ca vântul să le poarte polenul mai departe. Dar lumina solară redusă nu era suficientă pentru puieții supraviețuitori care încercau să iasă la suprafața solului. Copacul care era cândva definitiv pentru pădurea din Hell Creek dispăruse pe vecie.

Plantele cu cele mai mari șanse de supraviețuire sunt cele care s-au adaptat la condiții de lumină redusă, cele care au stat în umbra arborilor mai înalți din lumea cretacică sau cele care au avut pur și simplu noroc și au putut să se descurce cu mai puțin.⁹⁵ Jos, la nivelul pământului, o plantă mică și fusiformă se înalță deasupra solului. Această plantă nu pare să fie cine știe ce: are doar un trunchi subțire și câteva ramuri răzlețe cu țepi, semănând mai curând cu o periută de dinți dinozauriană folosită decât cu un arbore. Dar această plantă va fi unul dintre supraviețuitori. Este un exemplar de *Mesocyparis*, un arbore din perioada cretacică ce a existat timp de milioane de ani înainte ca asteroidul să lovească planeta și care va mai fi prezent pentru cel puțin următoarele șase milioane de ani.

Plantele din genul *Mesocyparis* sunt conifere, aparținând aceleiași familii din care fac parte ienupărul și arborii de sequoia. Sunt copaci cu scoarța dură, iar plantele adulte pot produce conuri cu semințe rotunde dispuse în perechi; arată ca niște mici cercei preistorici. Aceste mici sfere vor salva planta. Sau mai degrabă vor motiva alte specii să creeze un viitor pentru *Mesocyparis*. Dacă micuța plantă poate rezista până în acel punct, povestea ei va continua. Păsările vor avea grijă de asta.

O siluetă cu pene scutură copăcelul atunci când trece pe lângă el, acesta aruncând câteva picături de apă pe spatele viețuitoarei. Nu este vreo șopârlă înfricoșătoare uriașă, ci o pasăre sau un dinozaur aviar – unul dintre puținii dinozauri care au supraviețuit. Chiar și în comparație cu unele dintre păsările care au trăit în Cretacicul Superior, acest exemplar este de mici dimensiuni. Vremea uriașilor a apus. Această mică viețuitoare zburătoare este ceea ce a rămas din marea moștenire dinozauriană, una dintre puținele șopârle înfricoșătoare care au supraviețuit. Nu există un nume comun pentru pasăre:

oamenii care ar putea s-o denumească nu vor apărea decât peste 66 de milioane de ani. Dar aceasta este o pasăre dependentă de sol. O pasăre cu cioc capabilă să supraviețuiască, deși poate să nu aibă nici o idee ce anume a salvat-o sau ce anume le-a permis descendenților ei să prospere în epocile care vor veni.

Cu doar douăsprezece luni înainte, această pasăre nu era decât o mică parte dintr-o lume mult mai mare. Existența sa era doar o mică parte dintr-un ecosistem bogat și complex care era plin de tot felul de viețuitoare. Supraviețuirea ei presupunea precauție și chiar camuflare. Un omnivor capabil să înhațe insectele din zbor și să macine semințele în interiorul pipotei, această pasăre ocupa un loc ciudat în ierarhia speciilor din Hell Creek. Dinozaurul aviar vâna și se hrănea cu alte viețuitoare, dar deseori se confrunta cu riscul de a fi și el vânat – ghearele unui raptor străpungându-i pe neașteptate stratul de pene și ajungând la carnea fragedă. Dinozaurii non-aviari cu pene erau încă la putere. Păsările erau doar o altă sursă de hrană. Speciile aviare din Cretacic erau cu siguranță mult mai adaptate din punct de vedere aerodinamic, dar nu aveau cu ce să se apere. Dacă nu calculau bine când să-și ia zborul departe de prădătorii care puteau să sară și să le înhațe, nu aveau să devină decât niște grămezi de pene smulse și pline de sânge împrăștiate la nivelul subarboretului din Hell Creek.

Până în acel moment, vânătoarea dintre dinozauri se desfășurase de zeci de milioane de ani. Păsările nu așteptau pur și simplu să le vină rândul atunci când asteroidul a lovit planeta. Ele făceau parte din marea diversitate dinozauriană, cu rădăcinile adânc sădite în perioada Jurasicului.

Foarte multe aspecte ale vieții dinozauriene țin de dimensiunile mari. Dar povestea lor de succes începe când aceștia erau atât de mici, încât păreau aproape invizibili față de erbivorele impunătoare și carnivorele uriașe. Evenimentul critic a avut loc în urmă cu 80 milioane de ani față de acest moment din Paleocen. Se întâmpla în Jurasicul Superior, unul dintre numeroasele perioade de vârf ale reptilelor. În zone precum Utahul preistoric, la sute de kilometri distanță în sud față de ceea ce va deveni formațiunea Hell Creek, carnivore uriașe cu coarne precum *Alosaurus* sau *Ceratosaurus* se hrăneau cu surplusul de carne oferit de corpurile devoratorilor de plante cu o lungime de 24 de metri precum *Apatosaurus* și *Brachiosaurus*. Giganții ne

pot oferi doar o poveste parțială, bineînțeles. Orice uriaș are nevoie de hrană pe măsura dimensiunilor sale gigantice – fie plante, fie alte animale –, iar acei devoratori de plante proveneau dintr-un întreg ecosistem alcătuit din viețuitoare mai mici. Aceste animale mai mici și care sunt ușor de trecut cu vederea formează fundația pe care stau toate celelalte. Și tocmai în această perioadă – departe de Utahul și Montana din Jurasic, pe un mic arhipelag de insule care va deveni într-o zi parte din Bavaria, Germania – prima pasăre își lua zborul. Nu era un foarte bun zburător. Având forma unui velociraptor în miniatură, acest dinozaur era acoperit din cap până în picioare de pene, deși păstra în continuare de la strămoșii săi dinții, ghearele și coada lungă, acoperită cu solzi. E vorba de *Archaeopteryx*, „aripa veche“ care pe noi ne trimite cu gândul la originea păsărilor. Deși acest *urvogel*⁵ încă păstra niște caracteristici de la strămoșii săi și nu putea să zboare cu adevărat, prezenta trăsăturile esențiale care îl asociau cu toate păsările ce au apărut de-a lungul următorilor 150 de milioane de ani.

Mare parte din primele păsări semănau cu *Archaeopteryx*.⁹⁶ Erau mici, cu un penaj dens și vânau. Erau niște zburătoare bine echipate pentru a străpunge carapacele insectelor și pielea solzoasă a șopârlilor. Nu existau păsări uriașe. Aceste nișe erau complet ocupate de alți dinozauri non-aviari, printre care raptorii și rudele acestora. De asemenea, pterozaurii dominau deja cerul. Veri ai dinozaurilor, pterozaurii au fost primele vertebrate care au putut să zboare în mod susținut și au făcut asta cu milioane de ani înainte ca păsările să reușească același lucru. Datorită norocului și întâmplării, păsările au putut să-și găsească locul pe cer și să-și mențină poziția într-o lume care era deja plină de reptile impunătoare.

Unele păsări și-au păstrat dinții. Chiar dacă au început să zboare, multe dintre aceste păsări – cunoscute ca enantiornite – și-au păstrat un șir de dinți mici și ascuțiți care erau de mare ajutor pentru a prinde o pradă aflată în mișcare. Aceste viețuitoare împănate au rămas în aceeași parte a spectrului ecologic precum carnivorele, evoluând pentru a prinde prăzi din pădure și de pe țărmul mărilor. De fapt, una dintre primele păsări cu dinți descoperite de paleontologi arăta precum un cufundar cu dinți – *Hesperornis* era, cu siguranță, o pasăre scufundătoare care se hrănea cu pești –, în timp ce *Ichthyornis* era precum un pescăruș cu un zâmbet sinistru. Însă nu toate

păsările și-au păstrat dinții. Unele și i-au pierdut complet.

Acest proces evolutiv avusese loc și înainte, chiar și în cazul unor dinozauri non-aviari. Când au trecut de la o dietă preponderent carnivoră la una mai degrabă vegetariană, dinozaurii în general au dezvoltat un număr mai mare de dinți de mici dimensiuni. De exemplu, în timp ce un velociraptor era un carnivor cu dinți mari și serați, ruda sa, *Saurornitholestes*, deși avea un corp similar, avea mai mulți dinți mici, fiind clasificat mai degrabă ca omnivor. Descendenții altor specii din acest grup și-au pierdut uneori numeroși dinți sau chiar pe toți, dezvoltând ciocuri fără dinți. Același lucru s-a întâmplat și în cazul păsărilor, doar că în mediul aerian. Compromisul nu era să piardă în greutate pentru a zbura mai bine – prezența sau absența dinților nu influența semnificativ greutatea –, ci să adopte două schimbări biologice majore care le vor aduce, în cele din urmă, salvarea.

Vreme de milioane de ani de la apariția lor din Triasic, dinții au ajutat la stabilirea momentului în care un dinozaur să iasă din găoace.⁹⁷ Asta fiindcă dinții au nevoie de un timp îndelungat pentru a se forma (luni de creștere), astfel încât puii de dinozauri ies din găoace pregătiți să mănânce orice doresc. Chiar și cei mai grijulii părinți dinozaurieni erau tot reptile până la urmă, astfel că nu produceau lapte sau alte substanțe nutritive pe care să le ofere puilor lor în primele zile de viață. De fapt, multor dinozauri nu le păsa deloc de progeniturile lor, lăsându-i pe cei mici să-și poarte singuri de grijă și să găsească orice hrană pot. Iar presiunea era să mănânce. Indiferent cât de mare poate ajunge un dinozaur atunci când este adult, la începutul vieții este mic și vulnerabil. Primul an din viața oricărui dinozaur este o paradă de orori, de la secetă la carnivore flămânde care sunt mereu pregătite să-i înhațe pe cei vulnerabili. Pentru multe specii, singura scăpare este să crească, să crească tot mai repede – o nevoie biologică care cerea o cantitate uriașă de hrană nutritivă, bogată în calorii. Puii de dinozaur trebuiau să fie pregătiți pentru o astfel de luptă ecologică încă din clipă în care pășeau în afara oului. Iar acest lucru cere luni de dezvoltare, de la trei până la șase luni pentru ca puii de dinozaur să fie pregătiți să înfrunte lumea.

Dar, dacă nu au nevoie să formeze dinți, embrionii se pot dezvolta mult mai repede. Puii aflați în creștere nu mai trebuie să aștepte pentru a-și înfige dinții în lume. În timpul Cretacicului, păsările și dinozaurii non-aviari au

urmat această rută de dezvoltare – o opțiune care a fost posibilă datorită dezvoltării unor structuri anatomice foarte diferite de fălcile ucigașe ale tiranozaurului sau dinții zdrobitori ai edmontozaurului. Dezvoltarea pipotei a oferit noi posibilități care nu existaseră până atunci în istoria dinozaurilor.

Spre deosebire de hadrozauri, care și-au dezvoltat propriul fel de a-și mesteca mâncarea, majoritatea dinozaurilor nu puteau să facă acest lucru. Maxilarele lor acționau mai mult sau mai puțin ca niște foarfece care tăiau, sfărâmau sau smulgeau hrana care apoi era înghițită întreagă. Desigur, este un mod rapid de a te hrăni, dar creează probleme atunci când hrana avansează de-a lungul tractului digestiv. Să luăm un exemplu de dinozaur carnivor precum *T. rex*. Dacă acesta smulge o halcă mare de carne de edmontozaur și o înghite întreagă, acel fragment uriaș va cere mai mult timp pentru a fi descompus decât dacă ar fi fost secționat în bucăți mult mai mici. Totul se reduce la suprafață: în cazul unei bucăți de carne de 50 de kilograme, digestia va avea de acoperit o arie mai mică și va fi nevoie de mai mult timp pentru a fi dezintegrată în comparație cu 50 de kilograme de bucățele de carne, care oferă o arie mai mare. Dar, prin variație și selecție naturală, unii dinozauri și-au dezvoltat organe specializate care pot mesteca în mod eficient hrana aflată în interiorul corpului lor – pipote musculoase ce pot să macine și să descompună hrana după ce a fost înghițită.

Strămoșii păsărilor cu cioc – dar și unii dinozauri non-aviari, precum oviraptorozaurii asemănători papagalilor – au dezvoltat astfel de pipote.⁹⁸ Iar acest lucru le-a oferit posibilitatea de a dezvolta cioc. Acești dinozauri nu aveau nevoie de dinți pentru a-și prinde, a-și ucide sau a-și dezmembra prada. Se puteau concentra asupra unor prăzi mici precum insecte, șopârle, mamifere și plante, smulgând bucăți din acestea conform obiceiul lor de reptile și înghițindu-le întregi. Aceste mese ar fi fost apoi măcinate de pipotă, permițându-le animalelor să extragă mai mulți nutrienți și mai repede decât alți dinozauri. (Alte specii, precum dinozaurii erbivori, au extins intervalul de timp în care hrana rămâne în sistemul digestiv prin intermediul fermentației ce are loc în intestin, așa cum se întâmplă în cazul elefanților din ziua de azi. Prădătorii precum *T. rex* își umpleau pur și simplu burta și lăsau hrana să fie descompusă rapid, ceea ce însemna că pierdeau hrană ce le-ar fi oferit energie, motiv pentru care erau nevoiți să consume mari cantități pentru a

compensa această ineficiență.) Iar unele păsări au dezvoltat un alt avantaj din punct de vedere anatomic – o gușă. Localizată la nivelul gâtului, gușa este un sac pentru depozitare. Păsările cretacice cu acest mic buzunar puteau să adune hrană și să depoziteze o parte, ceea ce însemna că aveau deja o mică rezervă de hrană în corp, gata să fie trimisă către stomac când aveau nevoie.

Aceste schimbări importante s-au produs în perioada de înflorire a dinozaurilor, în care păsările mici făceau parte din ecosistem la fel ca un sauropod cu gâtul lung sau un ceratopsid cu coarne. Singurul motiv pentru care s-au remarcat este faptul că unii dintre acești dinozauri au supraviețuit celei mai îngrozitoare părți a extincției în masă din Cretacic-Paleogen. Cu toate astea, absența dentiției nu era o garanție pentru supraviețuire, la fel cum nici dezvoltarea ciocului nu era o garanție pentru a ajunge în Paleocen; unii dinozauri cu dinți – precum micuțul *Acheroraptor* – au putut să supraviețuiască valului îngrozitor de căldură prin simplul fapt că s-au ascuns în vizuini abandonate. Lumea subterană din Hell Creek a fost mereu la fel de importantă precum cea de la suprafața solului, întrucât mamiferele, șopârlele și chiar și câteva păsări își săpau aici adăposturi. Unele dintre aceste vizuini au căpătat un alt scop în timp, permițându-le și mai multor specii să doarmă liniștite și să se ferească de căldura din mijlocul zilei, astfel încât locuitorii mai mici din Hell Creek erau acum mult mai motivați să se adăpostească pe unde puteau. Era o chestiune de viață și de moarte. Unele exemplare de *Acheroraptor* s-au refugiat în astfel de vizuini, la fel ca diferite păsări cu cioc. Instalarea iernii reci de după impactul cosmic a făcut ca diferența dintre viețuitoarele cu dinți și cele fără dinți să devină mai importantă. Expuse la valul neîncetat și infernal de căldură, păsările cu cioc nu s-au descurcat mai bine decât rudele lor dinozauriene. Importanța dezvoltării ciocului a devenit clară doar ulterior, atunci când supraviețuitorii s-au trezit că trebuie să aleagă cu atenție ce se mai poate găsi printre ruinele lumii cretacice. Micuțul și înfometatul nostru locuitor al pădurii tocmai face acest lucru – pășește cu grijă printre ferigi și cenușă căutând o mică gustare.

O sămânță. După câteva încercări, o ridică cu ciocul.⁹⁹ Pentru o plantă, sămânța este speranța pentru viitor. Este o investiție bogată în energie care e gata să-și înceapă transformarea atunci când condițiile sunt potrivite. Nu toate semințele sunt rezistente. Unele pier destul de repede. Dar altele – prin noroc

– s-au adaptat pentru a face față incendiilor de vegetație și altor catastrofe. Aceste mici depozite creează o bancă naturală de semințe, gata să crească odată cu revenirea luminii solare. Dar pasărea a ajuns prima la această sămânță. Amândouă se află într-un dans evolutiv improvizat în care una se bazează pe cealaltă pentru a supraviețui.

Acum păsările cu cioc sunt singurele viețuitoare cu pene din această pădure. Deși păsările, ca grup, au supraviețuit de-a lungul acestui prim an dificil, tot au existat pierderi la nivel de specie. Păsările cu dinți, care au proliferat încă de pe vremea lui *Archaeopteryx*, lipsesc cu desăvârșire acum. Curând, dincolo de maxilarele conturate de pene nu va mai fi nici o urmă de dinte. Nu se mai poate.

Păstrarea unor dinți ascuțiți vine la pachet cu o dependență de hrană de origine animală. Păsările cu dinți vâneau alte viețuitoare – libelule, coleoptere, pești, mamifere, alte păsări. Dieta lor era condiționată de dentiție. Dar, când efectele produse de coliziunea asteroidului au determinat prăbușirea a întregi ecosisteme la nivel global, ravagiile s-au propagat aproape până la cel mai mic nivel al lanțului trofic. Libelulele mănâncă alte insecte, dar sunt la rândul lor sursă de hrană. Peștii au nevoie de hrană ca să poată supraviețui, fie că este vorba de pești, de insecte sau de plante. Un consumator care se hrănește cu alți consumatori are prea puține surse de hrană acum. Dar păsările cu cioc nu se confruntă cu aceleași constrângeri. Aceste păsări prind artropode atunci când au ocazia, dar pot, de asemenea, să se hrănească cu fructe, semințe, nuci și cu marea diversitate de resurse pe care o oferă plantele. Apariția plantelor cu flori în timpul Cretacicului Inferior – cu 60 de milioane de ani înainte de Paleocen – a dus la o explozie de resurse noi și rezistente care le-au permis plantelor să se reproducă într-un nou mod, formând relații cu alte organisme.¹⁰⁰ Nevertebratele au început să polenizeze florile, care apoi produceau fructe, care conțineau semințe, care apoi erau consumate de animale și depozitate în noi locuri prin intermediul fecalelor. În contextul acestei evoluții lente în doi pași, unele păsări au dezvoltat capacitatea de a crăpa semințele. Înghițeau pietricele, creând un soi de mașini de tocat în propriul corp. Semințele pe care le înghițeau nu erau apoi eliminate. Acestea deveneau hrană, toată acea energie potențială fiind direcționată către supraviețuirea și dezvoltarea păsării.

De pe urma acestei relații vor beneficia și plantele la fel de mult ca păsările. De exemplu, arborii din genul *Mesocyparis* care au supraviețuit își vor dăruia pădurii micile conuri cu semințe. Păsările, înfometate și bucurându-se de orice resurse de hrană pot găsi, le vor smulge și le vor înghiți, exact așa cum făceau și înainte de producerea catastrofei. Acum însă cele mai mari conuri cu semințe sunt cele mai atrăgătoare – mai multă energie în schimbul unui efort mai mic. Semințele s-au adaptat deja să supraviețuiască tranziției prin tractul digestiv aviar, având astfel șansa de a crește într-un loc nou, la care se adaugă și o cantitate de fertilizator natural. Făcând în mod repetat acest lucru, păsările vor determina generațiile ulterioare de *Mesocyparis* să dezvolte conuri cu semințe tot mai mari – de două ori mai mari față de dimensiunea pe care o aveau la finalul Cretacicului – pentru ca păsările să facă în continuare „treburile murdare” ale copacilor.

În timp, această relație evolutivă va face ca păsările să fie mai bine echipate pentru a găsi și a deschide semințele și fructele cu coaja lemnoasă pe care plantele le oferă cu atâta generozitate. La urma urmei, nu există un cioc care să fie potrivit pentru orice, iar fiecare prezintă propriile avantaje și dezavantaje atunci când vine vorba de obținerea hranei. Un cioc potrivit pentru crăparea fructelor cu coajă lemnoasă nu este la fel ca cel indicat pentru a consuma nectar. Un cioc care este potrivit pentru prinderea insectelor nu va fi bun și pentru a smulge vegetația joasă.¹⁰¹ În funcție de ce fac păsările și ce mănâncă, selecția naturală tinde să susțină dezvoltarea anumitor forme de cioc. Un cioc lung poate fi mai potrivit decât unul scurt și puternic pentru mișcări rapide de prindere, așa că, în cadrul unei populații de păsări care consumă insecte, cele care au o formă a ciocului mai bună din punct de vedere biomecanic vor prinde în mod evident mai multe prăzi și vor avea mai multă energie pentru a se împerechea, pentru a produce descendenți și a transmite acea trăsătură mai departe. Dacă faci asta în mod repetat, vei avea parte de o schimbare extraordinară, când o specie va începe să arate foarte diferit. În cazul unor funcții ca acestea, ciocul poate să atingă chiar și un apogeu adaptativ, mai exact o formă optimă. Din cauza faptului că unele ciocuri nu vor avea forma potrivită, acele păsări vor avea mai puțini descendenți, iar grupurile respective s-ar putea confrunta cu dispariția, doar dacă nu există un alt imbold – o nouă sursă de hrană, dispariția prăzii

preferate – ce împinge respectiva populație să-și schimbe cursul evolutiv.

Adeseori, aceste tipuri de schimbări au loc la începutul apariției unui grup. Din grupul mare se desprind și se ramifică repede altele mai mici de toate formele, care suferă diverse modificări de-a lungul timpului. De aceea, de exemplu, arborele filogenetic al dinozaurilor s-a divizat în trei mari grupuri chiar la început și, în urma competiției cu crocodilienii, au apărut carnivorele mari, dinozaurii cu armuri, uriașii cu gâturi lungi și mulți alții la începutul Jurasicului. Evoluția păsărilor a fost similară – diferențierea acestora nu a avut loc imediat, în timpul Jurasicului Superior sau al Cretacicului Inferior. Nu a început cu adevărat până la finalul Cretacicului și începutul Paleocenului. Până în acel moment, păsările cu cioc se aflau într-o competiție cu cele cu dinți, cu dinozaurii non-aviari și cu pterozaurii pentru diferite nișe. Lumea era deja plină de competitori, ceea ce însemna că nu mai existau prea multe nișe libere pentru ca evoluția păsărilor să se desfășoare nestingherită. De fapt, se poate ca această similaritate să le fi făcut să fie mai vulnerabile la extincția în masă – o mulțime de păsări făceau relativ aceleași lucruri de-a lungul erei mezozoice. Dar, odată ce competitorii au fost îndepărtați, păsările au parte de o oportunitate. Sunt anumite lucruri pe care nu pot să le facă, precum să zdrobească oase, să prindă prada cu ghearele sau să dezvolte o armură cu care să-și protejeze corpul. Dar schimbările evolutive anterioare le-au permis păsărilor să se reproducă și să se dezvolte repede într-o lume în care competiția părea să nu mai existe.

În timpul primilor ani din Paleocen, căutarea de fructe cu coajă lemnoasă și semințe a devenit principala cale de a face față iernii. În timpul anilor sărăcăcioși în resurse, păsările cu ciocurile cele mai potrivite pentru apucat și crăpat semințe și fructe cu coaja lemnoasă au dus-o cel mai bine. Dar, pe măsură ce cerul începea să se lumineze din nou și deveneau accesibile mai multe surse de hrană – insecte, șopârle, mamifere mici, fructe –, păsările au început să selecteze noi surse de hrană și s-au bucurat de o diversificare evolutivă nemaiîntâlnită.

Nu doar păsările așteaptă reînvierea plantelor. Pentru insecte, o lume fără păduri este incredibil de dezolantă. Nu doar că dinozaurii non-aviari au dispărut, lăsând artropodele parazite fără hrană și adăpost, dar trebuie să crească din nou și frunzele care sunt atât de esențiale pentru numeroase

insecte. Insectele care obișnuiau să sape în frunze pentru a-și depune ouăle sau să creeze mici cărări de-a lungul suprafețelor verzi nu mai au practic nimic. Vegetația din Hell Creek era într-adevăr fundația unui întreg ecosistem, iar pierderile uriașe îi forțează pe supraviețuitori să se adapteze sau să piară.

S-ar părea că majoritatea insectelor gestionează cumva schimbările.¹⁰² Deși unele grupuri au fost afectate – precum colebolele, afidele și scarabeii –, insectele și artropodele nu s-au confruntat cu o extincție în masă. Asta nu înseamnă că n-a murit nici un artropod în incendiile de vegetație sau în decursul lunilor nemiloase de iarnă. Cu siguranță, au existat nenumărate pierderi. Dar suficiente insecte aparținând unor specii și familii diferite au reușit să reziste în aceste condiții crunte. La urma urmei, insectele duc o viață scurtă, lasă în urmă o grămadă de descendenți și trăiesc la o scară mică, în care un singur petic de pădure sau de crâng reprezintă pentru ele o lume întreagă.

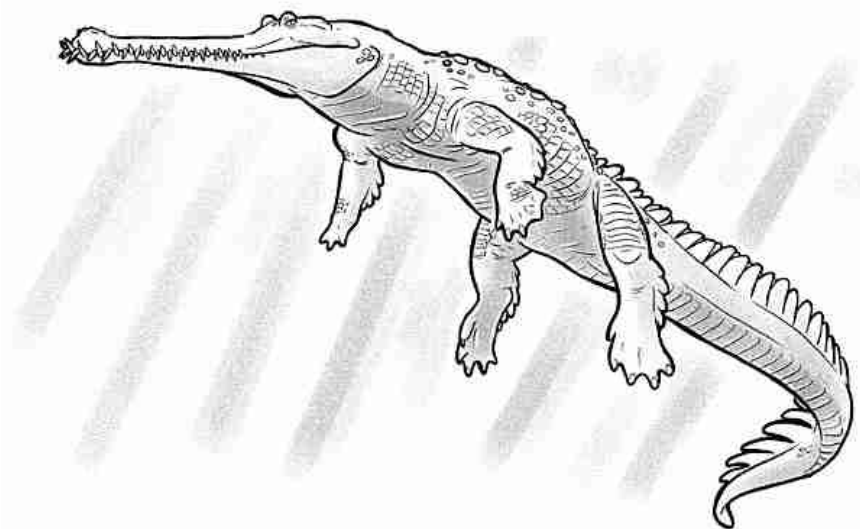
Cu toate acestea, situația nu este tocmai roz acum, deoarece nu mai cresc prea multe plante. Insectele care au evoluat în tandem cu plantele, folosindu-se de marile zone de verdeață pentru hrană și adăpost, nu prea mai au cu ce să trăiască acum. Pe creanga unui copac carbonizat, o coleopteră mică se mișcă ciudat. Fiecare dintre membrele segmentate sunt îndreptate spre exterior, ceea ce o face să se clatine în timp ce se mișcă – iar carapacea ei rotundă o face să fie și mai similară cu o țestoasă. Este o insectă norocoasă. Cu doar câteva luni înainte, pe când era o larvă, fusese suficient de norocoasă să găsească o frunză de ghimbir care reușise să reziste aceluia haos distructiv. Micuța larvă a săpat în țesutul folicular, creându-și un drum șerpuit prin cuticula frunzei.

Dar nu orice frunză este potrivită. Lumea miniaturală a unei frunze – până la componentele biochimice și mecanismele de apărare ale plantei – poate avea un rol decisiv în dezvoltarea unei larve. Asemenea altor coleoptere și diptere care își croiesc drum prin frunze în primele lor zile de viață, această larvă de coleopteră nu s-a rostogolit pe suprafața frunzei, ci și-a construit casa înăuntru, în straturile foliculare care conțineau un nivel mai mic de celuloză – substanța dură care ajută pereții celulari ai plantei să rămână rigizi. Unele specii care sapă în frunze (minatoare) au dezvoltat chiar o relație specială cu plantele ce au mecanisme de apărare precum acidul tanic, compus natural cu

gust astringent care contribuie la alungarea altor insecte prădătoare în timp ce larva speciei respective stă în siguranță în interiorul frunzei. Tocmai această specializare le va face viața mult mai dificilă la începutul Paleocenului insectelor care se bazează pe anumite specii de plante. În timp ce insectele minatoare generaliste puteau să-și depună ouăle pe aproape orice plantă disponibilă, cele care erau specializate – precum această coleopteră a cărei carapace era similară cu cea a unei țestoase – nu erau atât de flexibile din punct de vedere evolutiv. Atunci când gazdele acestora au pierit, același lucru s-a întâmplat și cu speciile de insecte care se bazau pe ele. Dintre toate speciile de insecte care se hrăneau cu frunze într-o formă sau alta, aproximativ 70% au dispărut ori s-au confruntat cu o reducere semnificativă din cauza colapsului pădurilor. De asemenea, nici paraziții și nici prădătorii care se bazau pe erbivore nu mai erau la fel de mulți ca în urmă cu un an. Extincția nu este doar o chestiune de viață și de moarte.¹⁰³ Chiar și acele specii care au reușit să supraviețuiască ar putea să se confrunte cu o lume extrem de diferită, în care le va fi mult mai greu să găsească hrană și adăpost și să se împerecheze.

O specie supraviețuitoare este o simplă omidă care îmbrățișează marginea unei frunze veștejite ca și cum viața ei ar depinde de asta. Această larvă verde ia câte o gură din marginea frunzei și o mestecă, luându-și astfel energia necesară pentru un somn lung după care se va trezi complet transformată. Lepidopterele – un ordin de insecte care include moliile și fluturii – au făcut acest lucru timp de 200 de milioane de ani, când omizile foarte înfometate se umflau cu salate mezozoice, după care își foloseau toată energia aceea pentru a se metamorfoza. La nivel de familie, acestea vor supraviețui. Vor exista suficiente frunze pentru ca populația să trăiască pe parcursul următorilor doi ani în care lumina solară va fi redusă, o eternitate pentru insecte, dar nu atât de mult încât să ducă la dispariția unui ordin întreg. Din păcate, supraviețuirea nu se rezumă doar la a găsi hrană. Culoarea verde a omizii, care de obicei se potrivește cu cea a pădurii din Hell Creek, iese puțin cam mult în evidență în acest habitat devastat. O întrezărire de pene și o lovitură ascuțită de cioc, iar omida – ghiftuită de frunze – alunecă de-a lungul gâtului păsării care caută hrană, un dinozaur cu sânge cald, oferindu-i energia de care are nevoie pentru a rămâne în viață.

După valul infernal de căldură, incendii și blocarea luminii solare, semințele sunt printre singurele surse de hrană accesibile care au mai rămas. Păsările cu cioc, sau cel puțin cele care s-au adaptat pentru a descompune surse de hrană rezistente în interiorul propriului corp, pot să supraviețuiască bazându-se pe semințele care au fost lăsate în urmă de pădurile carbonizate. Fiecare sămânță este o șansă și, ingerată, oferă păsărilor speranță.



În altă parte Coasta statului New Jersey

Crocodilul înoată deasupra unui cimitir subacvatic de oase. [104](#)

Nu sunt rămășițele prăzilor sale. Chiar dacă are o lungime de șase metri, *Thoracosaurus* nu este atât de lacom încât să fi mâncat toate acele viețuitoare ale căror oase se ițesc acum din nisip. Mișcarea valurilor le leagănă ușor, însuflețindu-i pe cei pieriți chiar și la un an de la dispariție.

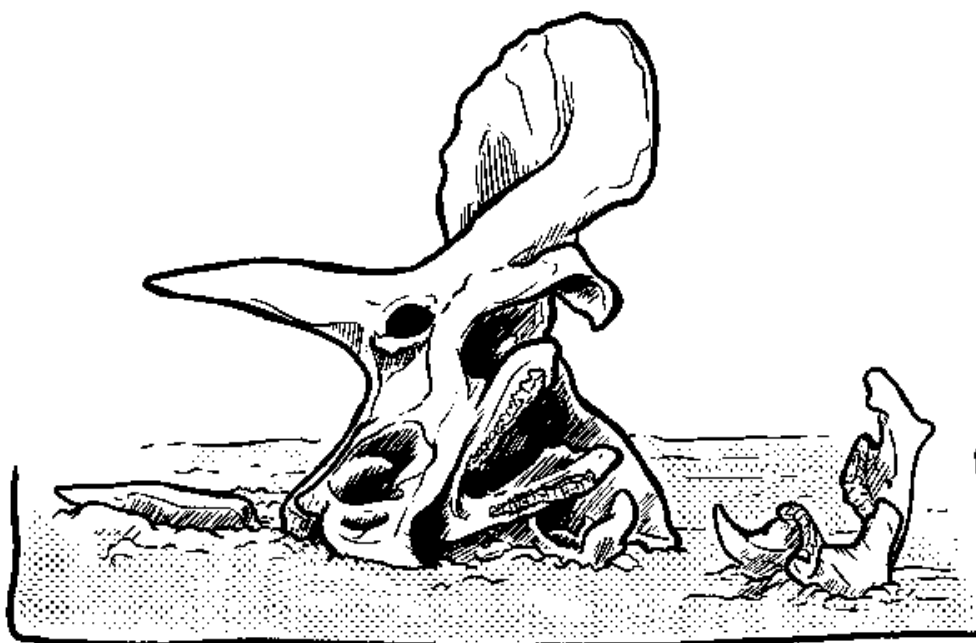
Thoracosaurus este unul dintre supraviețuitori. În urmă cu câteva sute de zile, această reptilă avea o concurență acerbă în apele din apropierea țărmului. Rechinii uriași se înfruptau din dinozaurii morți care ajunseseră pe teritoriul lor. Corpurile hadrozaurilor și ale tiranozaurilor căzute în râuri și umflate de gazele rezultate în urma descompunerii au început să plutească până au ajuns în largul mării. Rechinii erau cu toții fericiți să spargă acele baloane putrezite și să se ospăteze cu orice bucăți de carne puteau să smulgă

de acolo. Dar, în mare parte din timp, acești prădători ignorau femela de *Thoracosaurus*. Devenise prea mare pentru a fi vânată și transformată într-o gustare, chiar dacă unul dintre rechini se ospătase din membrul ei posterior stâng atunci când era mai tânără. Nu, de departe mult mai îngrozitor era *Mosasaurus maximus*.

Nici o vietate de aici nu creștea mai mare decât *Mosasaurus*, o șopârlă vorace, care trăia în mare și care ajungea până la 12 metri lungime. La fel ca *Thoracosaurus*, mosazaurii uriași erau vânători care atacau prin surprindere, luând guri mari de aer cu care își umpleau plămânii și scufundându-se suficient de adânc astfel încât spatele lor gri pestrițat să înceapă să se camufleze în umbrele mai întunecate ale apelor adânci. Deseori, umbre ciudate se apropiau brusc ca să blocheze câmpul vizual al victimei cu structuri triunghiulare roz încadrate de limbă și de dinți – pe bolta palatină a cavității bucale se afla un al doilea rând de astfel de structuri ce aveau rolul de a preveni evadarea prăzii agitate din gura mosazaurului.

Dar un corp atât de mare are nevoie de o cantitate uriașă de hrană. După valul de căldură, când cerul s-a întunecat, oceanul a început să devină extrem de tăcut. Amoniții și belemnii au dispărut. La fel și țestoasele marine uriașe care pluteau în ritmul lor lent, protejate de armură împotriva prădătorilor, dar care, după impactul cosmic, nu au putut găsi suficientă hrană pentru a supraviețui în apele mării. Și peștii s-au rărit, întrucât se chinuiau să găsească suficient plancton pentru a supraviețui. Femela de *Thoracosaurus*, cu zâmbetul ei larg prin care se întrezăreau dinții ieșiți în afară, era ultimul prădător al acestui loc, introducând vizitatorii neatenți direct în cavitatea ei bucală. Curând, chiar și din înfricoșătoarele sale plăci osoase nu vor rămâne mai mult decât niște resturi împrăștiate în nisip.

5. Denumirea din germană care înseamnă „pasăre primordială“ (n. tr.).



7. După o sută de ani de la impact

Trei ani de întuneric. Timp de trei ani de zile, cât Pământul a continuat să se rotească în jurul propriei axe, razele soarelui nu au apucat aproape deloc să mângâie suprafața planetei. Zilele au trecut una după alta în timp ce planeta a fost acoperită de o pătură de reziduuri și de praf.

Din perspectiva timpului profund⁶, a existenței de miliarde de ani a Pământului, trei ani par o nimica toată. Mărețul și acum dispărutul *Tyrannosaurus rex* avusese o existență de două milioane de ani, suficient pentru ca până și acest carnivor rar și uriaș să formeze populații de ordinul miliardelor. Trei ani reprezintă doar o fracțiune dintr-o fracțiune din existența relativ scurtă a dinozaurilor. Dar aceasta nu este o chestiune legată de recorduri absolute sau de extreme cronologice. A fost suficientă iarna determinată de impactul cosmic – suficientă pentru a opri aproape în totalitate fotosinteza și a produce colapsul rapid al ecosistemelor terestre și acvatice. De fapt, vietățile acvatice au avut de suferit mai mult decât organismele terestre. Ecosistemul oceanic se bazează pe planctonul care poate realiza

fotosinteza. În condițiile în care populațiile planctonice au fost afectate de reducerea cantității de lumină solară care ajungea pe Pământ, a fost distrus tocmai fundamentul ecosistemelor din oceane. Acestea au rămas fără rețelele trofice complexe și interconectate care s-au format în zeci de milioane de ani. Pentru o perioadă, fundamentul a fost înlocuit de plancton care putea să vâneze, să se hrănească și să prolifereze, extinzându-se suficient de repede pentru a preveni extincția totală. Dacă nu ar mai fi existat prădători, oceanele ar fi putut reveni la starea de organisme unicelulare din urmă cu peste jumătate de miliard de ani.

Condițiile de bază pentru dezvoltarea vieții pe planetă – clima, cantitatea de lumină solară care atinge suprafața Pământului, evoluția furtunilor – s-au schimbat în mod drastic. Nu a existat o evoluție lentă a modificărilor la care organismele pluricelulare să se poată adapta. Schimbările s-au produs pe parcursul vieții a numeroase organisme, ca și cum ar fi fost declanșat un întrerupător. Printre aceste schimbări s-a numărat și ceva care afectase doar rareori și temporar viața pe Pământ – ploaia acidă.

Sulfații eliberați în stratosferă au făcut mai mult decât să reflecte înapoi lumina solară necesară vieții care, timp de atât de multe milioane de ani, fusese considerată de către organismele de pe Pământ ca fiind ceva ce nu putea să dispară. Sulful aerosolizat emis de roca-țintă a interacționat adeseori cu oxigenul formând astfel trioxidul de sulf. Răspândiți de curenții de aer, compușii au rămas în atmosferă pe măsură ce s-au format nori de ploaie. O ploaie obișnuită are un pH de aproximativ 5,6, o situație la care viața de pe Pământ s-a adaptat pe parcursul lungii sale evoluții. Dar ploaia aceasta conținea acid sulfuric, suficient cât să scadă valoarea pH-ului la 4,3.

Ploaia acidă nu topește organismele la contactul cu ea, nici nu sfârșie atunci când atinge solul.¹⁰⁵ De fapt, ploaia acidă nu este nici măcar la fel de acidă precum zeama de lămâie. Dar este suficientă o scădere a valorii pH-ului pentru ca lacurile, bazinele și oceanele să devină mai acide. Organismele care se bazează pe cochilii pentru protecție nu pot să le mai secrete în mod corespunzător. Iar pe uscat plantele se decolorează – dezvoltând nuanțe pale de maro-ruginiu – pentru că reacțiile chimice din sol consumă nutrienții de care copacii și restul vegetației au nevoie pentru a crește. Este un proces lent, aproape invizibil, care modifică în mod subtil condițiile de viață la care

organismele de pe Pământ s-au adaptat. Ploaia acidă a eliminat sulfatii din atmosferă, oferind o oarecare speranță că lumina soarelui avea să revină curând, dar viața de pe Pământ a avut de plătit un preț îngrozitor de mare pentru acest lucru.

În formațiunea Hell Creek, puțini copaci au fost afectați de ploaia acidă. În timpul anilor de iarnă, când ploaia acidă a devenit un alt eveniment tragic, mare parte dintre plantele care reușiseră să supraviețuiască au așteptat ferite sub pământ. Semințele și fructele cu coajă lemnoasă erau speranța pentru viitor; ferigile și alte plante care aveau o creștere rapidă apăreau ici și colo, în timp ce ciupercile și alte colonii fungice renășteau la viață după impactul cosmic. Fiecare bucată de pământ fremăta de viață, noile organisme fiind disperate să se extindă printre rămășițele carbonizate ale celei mai îngrozitoare zile din întreaga istorie a planetei. Această luptă s-a extins până la zonele de apă ale formațiunii Hell Creek.

În orele și zilele de după impactul cosmic, iazurile, lacurile, râurile și mlaștinile din Hell Creek au reprezentat un refugiu. Vietățile care trăiau acolo aproape că nu au fost afectate deloc de valul intens și violent de căldură. Dar acum mediile care salvaseră peștii, reptilele și amfibienii deveniseră niște capcane. În ele se acumula ploaia acidă, devenind astfel medii mai acide.

Pe marginea unui iaz adânc, o depresiune creată de urmele repetate lăsate de dinozaurii care bătătoriseră pământul moale, trăia o broască mică numită *Eopelobates*.¹⁰⁶ Nu ar fi deloc neobișnuit să vezi acest amfibian într-un iaz în orice epocă dată. De la botul rotunjit și capul în formă de scut până la membrele sale inferioare lungi și subțiri, această broască era întruchiparea familiei sale semiacvatice. Pentru o astfel de vietate, care se baza pe mediul acvatic pentru a vâna, a se împerechea și a respira, ploaia acidă părea să fie o problemă insurmontabilă.

În unele lacuri și iazuri, formele de viață par să se fi împuținat după ploile acide. Schimbarea rapidă a pH-ului este prea mare, afectând extrem de mult ouăle fragile ale amfibienilor și mormolocii tocmai eclozați. Este un dezastru pentru speciile vulnerabile. În cea mai mare parte, când vine vorba de reproducere, amfibienii se bazează pe cât mai mulți urmași – așa cum se întâmpla și în cazul dinozaurilor non-aviari. În loc să investească foarte multă energie în protejarea progeniturilor până când acestea sunt suficient de mari

pentru a avea grijă de ele însele, amfibienii depun zeci, sute, poate chiar mii de ouă fragile care, dacă vor avea noroc, nu vor fi mâncate de pești, țestoase sau alți amfibieni. Din mii de ouă adunate într-un ciorchine cât vor fi la început, sute vor deveni mormoloci și câteva zeci vor ajunge poate până la maturitate – un procent infim din numărul de ouă de la început, dar suficient pentru ca specia să supraviețuiască în continuare. Însă ploaia acidă afectează unele specii în cele mai vulnerabile momente. Multe ouă nu eclozează. Mulți mormoloci nu se dezvoltă. Chiar dacă nu sunt afectate toate speciile, cele vizate au șanse mici de scăpare. Amfibienii sunt strâns legați de mediul acvatic, iar avantajul lor după impactul cosmic inițial s-a transformat într-un imens dezavantaj.

Cu toate acestea, uneori geologia vine în ajutor. Compoziția chimică specifică a iazurilor și lacurilor este influențată de solurile și depresiunile în care apele se acumulează. În cazul fiecărui iaz sau lac, această compoziție este complet unică. În Hell Creek, multe dintre acestea sunt modelate de sedimentele de calcar și solurile care conțin componentele degradate ale acestor roci.

Oricât de ciudat poate părea, în straturile inferioare ale formațiunii Hell Creek existau deja fosile.¹⁰⁷ Cu milioane de ani înainte de impactul cosmic, cu milioane de ani înainte de apariția speciilor *T. rex* și *T. horridus*, această zonă era acoperită de o mare vastă și de mică adâncime. Scoici, midii, stridii și alte crustacee prosperau pe fundul mării, reprezentând o sursă de hrană atât de abundentă, încât unele reptile marine – precum mosazaurul *Globidens* – au dezvoltat dinți rotunjiți pentru a putea sfărâma carapacea crustaceelor. Însă, în timp, marea a început să sece și să se formeze ceea ce astăzi reprezintă America de Nord. Nivelul apei a început să scadă tot mai mult, iar depozitele de cochilii și resturi de cochilii s-au transformat în sedimente de calcar.

Cochiliile bivalvelor și ale moluștelor care au trăit pe fundul acelei mări străvechi conțineau, în principal, carbonat de calciu, CaCO_3 . Carbonatul de calciu reacționează cu acidul sulfuric, proces care diminuează efectele acidului și îl neutralizează. Pentru viețuitoare, acestea pot fi vești rele. Este greu să-ți construiești o casă dintr-o cochilie atunci când materialul acesteia se erodează pe măsură ce-l produci. Dar cochiliile din sedimentele de calcar aparțin unor viețuitoare care au murit demult și prin urmare fosilele sunt un

avantaj de care încă se agață animalele din Paleocen. Rămășițele fosilizate și litificate reprezintă salvarea pentru speciile de amfibieni din Hell Creek. În iazurile și lacurile formate în solurile și sedimentele bogate în CaCO_3 , solul în sine este suficient pentru a contracara pH-ul acid.

Eopelobates este norocoasă că trăiește într-un astfel de iaz. Compoziția apei nu s-a schimbat cu mult înainte de impactul cosmic. Problema mai importantă, la nivelul lacului, este răcirea climei. Broaștele sunt ectoterme: își reglează temperatura corpului în funcție de temperatura atmosferică și acvatică. Sunt mai active în timpul lunilor cu temperaturi ridicate, dar fiziologia le obligă să-și reducă activitatea atunci când temperatura din mediu scade – așa cum s-a întâmplat în timpul iernii determinate de impactul cosmic. Devine prea frig pentru a mai putea vâna. Fiecare încercare pe care o face de a prinde micile insecte care sunt la fel de agile devine tot mai lentă și mai dificilă. *Eopelobates* consumă mai multă energie decât produce, iar dacă va continua să facă acest lucru va ajunge să moară de foame.

Cu o lovitură și câteva mișcări ale membrelor inferioare, *Eopelobates* înoată în jos, pe panta descendentă a iazului, spre mълul și vegetația descompusă de pe fundul apei. Acesta va fi refugiul său, cel puțin pentru o perioadă. Deși reprezintă un dezavantaj atunci când încearcă să vâneze în perioadele mai reci, pentru că depinde de temperatura mediului, metabolismul său îi conferă și o abilitate de care nu se pot bucura viețuitoarele cu sânge cald. *Eopelobates* poate să aștepte. Dacă poate să găsească un fragment de rocă sedimentară maronie pe fundul iazului, unde să fie liniște, poate să se ascundă acolo și să aștepte o perioadă. Probabil o perioadă îndelungată.

Broasca nu poate să aleagă orice loc și să se îngroape adânc în el, așa cum face o țestoasă. Există deja reptile cu carapace îngropate în mъл care extrag puținul oxigen de care au nevoie cu ajutorul orificiului bucal și al cloacei, intenționând să hiberneze pe timpul iernii ce pare să nu se mai sfârșească. Faptul că sunt acoperite complet de mъл nu are importanță pentru aceste reptile, deoarece se folosesc deja de căi alternative de a extrage oxigen. Dar *Eopelobates* nu poate să facă asta. Broaștele trebuie să fie în contact cu apa. Chiar și atunci când hibernează, reducându-și temperatura corporală și adormind în timpul perioadei reci, tot absorb oxigen prin piele. O parte din

corpul lor trebuie să fie expus apei, suficient cât să poată respira. Este o situație fiziologică ciudată. Peștii pot să respire cu ajutorul branhiilor. Țestoasele pot să respire cu ajutorul plămânilor, dar pot să absoarbă oxigen și prin alte căi. Broaștele sunt undeva la mijloc, descurcându-se cu ceea ce au fost înzestrate accidental de milioane de ani de evoluție.

După câteva ture de înot, alunecând pe deasupra fundului apei și încercând să se ferească de colții ascuțiți ai vreuneia dintre țestoasele care sunt încă treze, *Eopelobates* se lasă în jos. Șiruri maronii de vegetație descompusă plutesc deasupra și sunt prinse într-o mică mișcare în spirală în timp ce broasca rămâne nemișcată pentru o clipă. Mișcă mai întâi un membru posterior, apoi și pe al doilea, și începe să se dea înapoi. Centimetru cu centimetru, se îngroapă suficient de mult în sediment, lăsându-și doar coloana, ochii și nările expuse. Poate să stea așa ceva vreme. Vor trece săptămâni, poate chiar luni, în timp ce broasca așteaptă astfel. Ocazional, se va mișca încet, deplasându-se pe fundul iazului, dar mereu va reveni la locul său, cel puțin până temperaturile vor crește suficient de mult pentru ca insectele acvatice și alte vietăți să redevină mai active. La urma urmei, aceasta este o încetinire a ritmului de viață, nu o dispariție. Acum este momentul să se folosească de toate acele calorii crocante pentru a rezista poate suficient cât să prindă revenirea completă a temperaturilor de odinioară. Aici, ascuns printre sedimentele de calcar ale unei mări străvechi, poate să aștepte.

Dar nu orice loc este atât de bine ferit. Organismele care trăiesc în sol nu prea au șanse să se ferească de ploaia acidă. Viermii pot să se deplaseze, dar bacteriile, ciupercile, plantele, algele, lichenii și alte forme de viață pot doar să crească, să moară și să evolueze atât de bine cât pot ca reacție la schimbarea condițiilor de mediu. În aceste soluri dezastrul își va lăsa cel mai vizibil amprenta peste veacuri.

Mărturiile geologice ale acestei catastrofe ecologice sunt deja împrăștiate pe cuprinsul formațiunii Hell Creek, imprimate în sedimente care vor deveni straturi de gresie, șisturi și alte roci sedimentare. Este o acumulare invizibilă, care se produce constant și care presupune existența unor particule prea mici pentru a putea fi observate. Micile rămășițe se depun în locurile în care se formează sedimentul și reprezintă o parte esențială a dovezilor geologice din

această perioadă. Dacă Hell Creek ar fi fost o zonă de munte, nu ar mai fi rămas nimic din ea. Oricât de impresionantă ar fi situația din punct de vedere topografic, orice zonă montană reprezintă un mediu supus erodării. Este un loc în care apa, curenții de aer, lumina soarelui și alte forțe naturale sapă în roci, fragmente din acestea fiind constant purtate la vale spre zonele cu o altitudine mai joasă. Animalele care au trăit la altitudini mari în timpul acestei ere nu vor lăsa nici o urmă. Vor dispărea, iar în urma lor nu vor rămâne decât oasele pulverizate și purtate de râuri și de alunecările de teren în zonele cu altitudini joase. Dar Hell Creek este în continuare o zonă umedă, o mlaștină, o regiune relativ plată unde diferitele întinderi de apă ajută la acoperirea și protejarea unor părți din această lume, inclusiv produșii direcți ai impactului.

Asteroidul nu tronează intact în apropiere de ecuator asemenea unui monolit uriaș. În urma coliziunii cu Pământul, a fost pulverizat asemenea rocii de la sol. Bucăți din asteroid, bogate în iridiu, au început să cadă din nou spre Pământ în orele și zilele care au urmat impactului, imprimându-se în straturile de argilă și de alte sedimente. Aici s-au păstrat totodată sferule transparente, cuarț de impact și alte reziduuri rezultate în urma coliziunii, o amintire a violenței din aceste momente inițiale. La toate astea s-au adăugat funinginea și carbonul rezultate în urma incendiilor care au pârlit pădurile, o mărturie a deflagrației uriașe care a măturat pădurile, acele păduri care creșteau altădată atât de înalte, încât puteau să ascundă tiranozauri aflați la pândă.

Oasele victimelor nu sunt însă atât de rezistente. Țesutul osos are caracteristici ciudate. Format dintr-o combinație de collagen flexibil și hidroxiapatit rigid și friabil, osul în sine – componenta biologică ce formează fiecare element care intră în alcătuirea scheletului – este o structură rezistentă și flexibilă. Scheletul extern al peștilor cartilaginoși din mările străvechi s-a modificat pentru a deveni un sistem de susținere internă capabil să alimenteze corpul cu minerale atunci când este nevoie și să se dezvolte pentru a transforma un embrion de triceratops ce încapă într-un ou de mărimea unui grepfrut într-un uriaș cu o lungime de peste zece metri. Alături de dinții duri, acoperiți de smalț, oasele rezistă mult mai mult decât celelalte părți din corp.

În anii de după impact, cadavrele animalelor care au pierit în Hell Creek s-

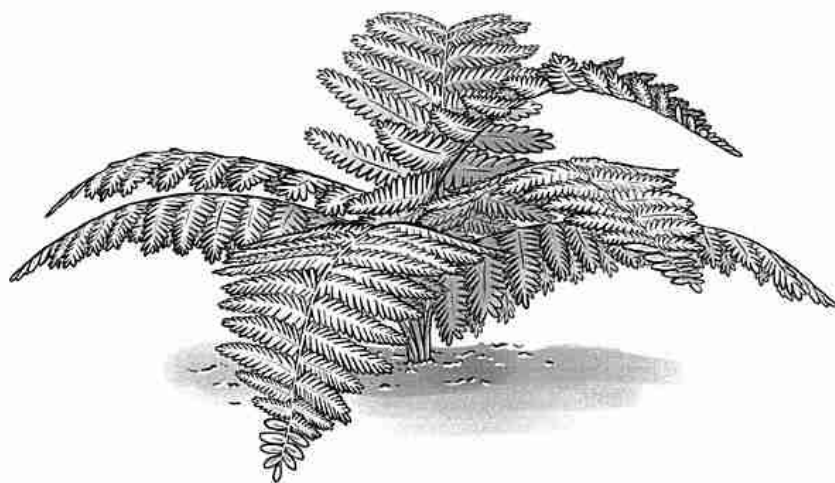
au descompus rând pe rând. Pielea, fasciile, mușchii și organele interne: toate au dispărut pentru a expune structura care le susținuse. Oasele expuse sunt consumate și invadate de alte vietăți, uscându-se și pierzându-și măduva osoasă, vasele de sânge și nervii care crescuseră cândva în interiorul lor atunci când erau pline de viață. Iar dacă sunt lăsate neperturbate, oasele încep să fie supuse unui lung proces de erodare.

Un os proaspăt descarnat are o suprafață netedă și poți vedea cum arăta această structură în interiorul corpului, țesutul intact și nesupus degradării. Însă, odată cu trecerea timpului, oasele încep să se modifice. Devin mai friabile, întrucât colagenul care conține proteine se descompune, lăsând în urma sa doar partea dură a osului. În timp, țesutul este supus deteriorării. Mici fisuri încep să apară pe suprafața osului – cu cât timpul de expunere a fost mai mare, cu atât vor apărea mai multe fisuri și cu atât va fi mai mare suprafața expusă acțiunii forțelor care distrug osul.¹⁰⁸ Dacă aștepti suficient de mult, osul se va transforma într-o pulbere.

Rămășițele fragile ale dinozaurilor, pterozaurilor, mamiferelor și ale altor victime produse în urma impactului nu vor rezista nici măcar atât. Nu se vor fărâmița. Se vor descompune și nu va mai rămâne nimic din ele, ca și cum ceea ce a urmat după impact încearcă să șteargă urmele ororilor care s-au petrecut. Ploaia acidă dizolvă oasele fie prin contact direct, fie prin faptul că se infiltrează în solurile care au început să acopere rămășițele viețuitoarelor cretacice. În timp, pe măsură ce sulful este captat din atmosferă de ploaia acidă și adus la suprafața planetei, din cei care au pierit nu va mai rămâne nimic.

Ar trebui să existe cimitire uriașe pline de oase din această perioadă. Cursurile și întinderile de apă ajută la colectarea și îngroparea rămășițelor în acest loc vreme de milioane de ani. În straturile de rocă ar trebui să se afle porțiuni uriașe de astfel de rămășițe, când majoritatea lumii cretacice s-a transformat brusc într-un mare cimitir. Dar nu s-a întâmplat acest lucru. Se pare că fosilele dispar treptat până spre momentul impactului. Mărturiile directe ale anilor imediat următori vor fi pierdute în mare parte, fiind lăsate în urmă doar indicii care sunt suficient de dure și de rezistente pentru a se regăsi în stratele geologice. Chiar și din viețuitoarele care fuseseră îngropate recent, în anii de dinaintea impactului, nu va mai rămâne nimic. Pe măsură ce

pătrunde în pământ, apa se acumulează în oasele care sunt deja îngropate. Rămășițele vor fi distruse puțin câte puțin și animalele care au trăit în aceste ultime zile ale perioadei cretacice nu vor lăsa aproape nimic în urma lor. În timp ce fosilele se vor acumula în următorii ani și următoarele milenii, sedimentele se vor transforma în roci și vor conserva ceea ce a mai rămas în analele timpului geologic. La câțiva centimetri sub stratul-limită⁷, rămășițele dinozaurilor măreți de altădată vor fi descompuse în mare parte de ploaia acidă, craniul rar al câte unui triceratops stând mărturie că dinozaurii au reușit să supraviețuiască până în ultimele clipe.



În altă parte Vestul Noii Zeelande

O rază de soare străpunge norii de ploaie ai unei alte zile umede.¹⁰⁹ Ferigile care țin mici picături de apă pe frunzele lor ca și cum ar fi niște perle prețioase se bucură de această căldură bruscă, la fel și ciupercile aflate din loc în loc. Așa arată o luncă în primele zile ale Paleocenului – nu mai este un loc plin de verdeață și flori sălbatice mărginite de copaci, ci un câmp vast presărat cu ferigi și ciuperci.

Din loc în loc, se mai găsesc butuci carbonizați și copaci doborâți. Majoritatea au fost descompuși, corpul lor bogat în carbon hrănind pământul pentru marea revenire a pădurilor. Dar va mai dura ceva până atunci. Deși s-a aflat departe de locul impactului, regiunea a fost profund afectată.

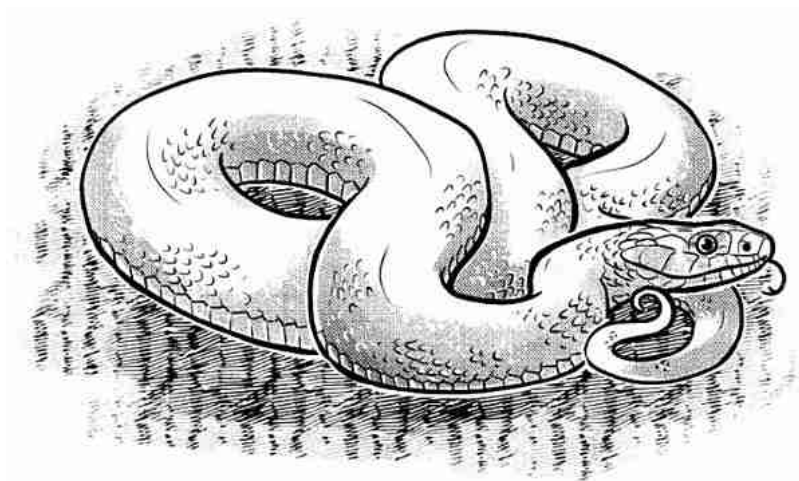
În ultima zi a Cretacicului, această pădure era deja un soi de relicvă. Chiar dacă arborii cu flori (angiospermele) puneau stăpânire pe emisfera nordică, oferind albinelor și altor insecte polenizatoare suficiente lucruri de făcut, acest loc era o pădure uriașă de conifere (gimnosperme) ale căror ace hrăneau fără probleme mărețele sauropode cu gât lung și țineau ascunse carnivore uriașe cu gheare imense ce puteau să sfâșie orice. Uriași acoperiți de armură adulmecau în jur, croindu-și drum printre șirurile de copaci și deranjând erbivorele bipede care se deplasau țopăind prin subarboret. Lumea fusese lovită de un val de căldură și de incendii, apoi cuprinsă de întuneric și frig, plantele imobile suferind asemenea dinozaurilor.

Dar varietatea uriașă de forme de viață este extrem de dificil de distrus. Variațiile dintre indivizi sau dintre specii le-au oferit unor organisme șanse la un nou început. Sistemele de rădăcini ale ciupercilor s-au dezvoltat la o adâncime suficient de mare în sol pentru a scăpa de partea cea mai îngrozitoare a valului de căldură. Sporii ferigilor erau deja plantați, gata să încolțească. Împreună, acestea au transformat peisajul pârjolit și tern, redându-i tonurile mai calde și mai bogate de altădată.

Poate părea ciudat să vezi atât de multe ferigi într-un loc devastat de incendii în urmă cu un secol. Dar, după ce s-a ridicat, în cele din urmă, cortina de reziduuri de deasupra Pământului și condițiile climatice s-au schimbat, solul a fost suficient de umed și de acid pentru a favoriza dezvoltarea ferigilor. Acestea nu au crescut pur și simplu, ci de-a dreptul au explodat. Un covor viu format împreună cu ciupercile și care ar fi oferit o varietate uriașă pe care să o adulmece și să o bătătorească dinozaurii a căror oase acum pulverizate se dezvoltaseră pe baza consumării unor astfel de plante. Păsările și câteva mamifere norocoase, suficient de mici ca să se ascundă sub frondele ferigilor sunt singurele vietăți suficient de mari pentru a fi observate aici cu ușurință, dar vor mai fi multe altele. La marginea fiecărei picături de ploaie, lumina soarelui creează câte o mică licărire.

6. Termen folosit de John McPhee în lucrarea sa *Basin and Range* (1981) pentru conceptul de scară a timpului geologic (n. tr.).

7. Este vorba despre linia de demarcație din depozitele de sedimente asociată cu extincția în masă din Cretacic-Paleogen, fiind denumită chiar limita Cretacic-Paleogen (n. tr.).



8. După o mie de ani de la impact

Deja se face prea cald pentru micuțul șarpe. Acum, că soarele se ridică tot mai sus pe cer, căci se apropie ora amiezii, minusculul șarpe – care nu are nici măcar opt centimetri – străbate pădurea de ferigi în căutarea unui adăpost umbros ca să evite cea mai călduroasă parte a zilei, bucuros să aștepte răcoarea serii pentru a vâna din nou.

Viața nu este deloc ușoară pentru un animal ectoterm. În comparație cu măreții dinozauri care străbătuseră acest loc cu o mie de ani în urmă sau cu mamiferele care puteau să-l înghită ca pe o macaroană cu solzi, micul *Coniophis* pare să ducă o viață mai lentă, adaptându-se fluctuațiilor de temperatură.^{[110](#)}

Faptul că este un animal cu sânge rece l-a ajutat pe *Coniophis* în perioada de teroare și frig intens care a urmat după prăbușirea asteroidului. Fiind mic și predispus să se adăpostească în mediul subteran, șarpele a reușit să supraviețuiască valului de temperaturi incredibil de mari de după impactul cosmic, ascunzându-se în vizuinile săpate de alte animale. Dar iarna îndelungată care s-a instalat curând după aceea a reprezentat o altă problemă. Temperaturile au scăzut prea mult pentru ca șarpele să poată rămâne într-o stare activă. Aerul era prea rece și lumina soarelui prea slabă din cauza

norului de praf care învăluisese atmosfera Pământului. În schimb, în mediul subteran era suficient de cald pentru ca șerpii să găsească nevertebrate cu care să se hrănească și parteneri pentru împerechere, însă ritmul vieții a încetinit în perioada rece. Se poate ca acest lucru să fi salvat șerpii.

Dacă șerpii din genul *Coniophis* ar fi fost animale endoterme – căldura corporală să fie generată de procesele interne – s-ar fi confruntat cu o mare problemă în timpul anilor de iarnă de după impactul cosmic. Un corp cu sânge cald are nevoie de hrană. Păstrarea temperaturii interne presupune niște costuri ridicate din punct de vedere fiziologic – la fel cum pentru întreținerea unui foc este necesară o cantitate mare de carburant, același lucru este valabil și pentru o vietate cu sânge cald. Dacă situația ar fi fost asta, șerpii ar fi murit de foame. Numărul nevertebratelor și al altor viețuitoare mici de deasupra a fost redus în mod drastic din cauza valului intens de căldură și a perioadei prelungite de frig, iar endotermele s-au confruntat cu mari dificultăți pentru a găsi suficientă hrană ca să supraviețuiască. Însă în cazul ectotermelor regulile sunt diferite. Așa cum broaștele pot să-și încetinească metabolismul și să intre într-o stare de amorțeală sau așa cum unele țestoase pot să stea pe fundul lacului perioade lungi de timp, la fel și șerpii pot intra în propria lor formă de hibernare – o încetinire a activității în perioadele reci denumită *brumare*. *Coniophis* și alți șerpi care au supraviețuit nu și-au încetat activitatea pur și simplu: nici unul dintre ei nu ar fi putut să supraviețuiască fără mâncare timp de trei ani întregi. Dar aceasta reprezintă o schimbare a ritmului biologic, un răspuns la mediu care le permite să supraviețuiască cu mai puține resurse, pentru că fiecare masă este valorificată mult mai bine. Este un avantaj al speciilor care nu trăiesc într-un ritm atât de alert precum animalele cu sânge cald. La urma urmei, dinozaurii erau diverși, extrem de activi și mereu înfometați. Din cauza magnitudinii catastrofei, singurele supraviețuitoare din rândul acestora au fost animale mai mici și cu pene care ciuguleau prin pământ în căutare de orice semințe și insecte ar fi putut găsi.

Dornic să scape de căldură – și de ciocurile ascuțite ale dinozaurilor aviari – micuțul *Coniophis* se strecoară în vizuina răcoroasă și întunecată a unui mamifer, refugiindu-se într-o încăpere laterală abandonată pentru a se odihni. Nu există nici o fortăreață impenetrabilă în lumea paleocenică, nici un loc în care vreo viețuitoare nu riscă să devină hrana alteia, dar acest loc este

suficient de liniștit și de sigur. Asta au făcut șerpii de la începuturile lor.

Chiar și înainte ca asteroidul să lovească suprafața Pământului, șerpii erau deja niște supraviețuitori. Primii șerpi au străbătut luncile acoperite de ferigi în timpul Jurasicului, cu peste 100 de milioane de ani înainte.^{[111](#)} La o simplă privire, nu păreau să fie cu foarte mult diferiți de niște șopârle subțirele. Și asta pentru că șerpii au evoluat din șopârle, dar au devenit mai lungi și au început să se deplaseze târându-se pe burtă, și nu cu ajutorul membrelor. Vor trebui să treacă milioane de ani până când șerpii fără membre să cutreiere suprafața planetei – în Jurasic, primii șerpi încă mai aveau membre mici care se puteau observa de-o parte și de alta a corpului. Și își făceau vizuini.^{[112](#)}

Să te târăști prin pământ nu este ceva ușor. Corpul de mici dimensiuni le-a ajutat pe reptile să se deplaseze prin pământ, dar membrele au devenit un dezavantaj atunci când făceau acest lucru. La suprafață, membrele contribuie la deplasarea reptilelor. În apă, membrele ajută la înot. Dar, în subteran, printre particulele dense de pământ, picioarele au trebuit să fie împinse tot mai mult în lateral pentru a nu îngreuna deplasarea. Nu exista nici o cale prin care să fie aduse în față pentru a executa o mișcare coordonată, așa că primii șerpi au început să se unduiască pentru a se deplasa. Această schimbare a dus la transformarea radicală a corpului lor, până la nivelul urechii interne. Sunetul este atenuat rapid de sol, dar șerpii tot au nevoie să audă ceea ce se petrece în jurul lor. În timp, sub acțiunea selecției naturale, urechile acestora s-au adaptat pentru a fi mai sensibile la vibrațiile de frecvență joasă care se propagă de-a lungul solului. Micuțul *Coniophis* poate să se deplaseze la suprafață la fel de ușor ca în subteran, dar faptul că se ascunde într-o vizuină pentru a se bucura de somnul de după-amiază este o rămășiță a originilor sale străvechi, de șopârlă.

Micuțul șarpe a supraviețuit din Cretacic și acum se bucură de o lume plină de posibilități. Dinozaurii măreți și impunători nu mai sunt. În locurile în care altădată predominau coniferele acum încep să apară plante cu flori. Viețuitoarele din acest ținut cu apă dulce se scaldă în iazuri și asistă la o lume care începe să revină la viață și să înflorească din nou. Dar nu există nici un scenariu pentru ceea ce urmează să se întâmple, nici o distribuție de roluri care trebuie neapărat ocupate. Bineînțeles că lumea începe pur și simplu să-și revină la viață, dar ar fi o greșeală să credem că e vorba de o vindecare.

Conceptul de vindecare presupune o reîntoarcere la viața de dinainte, poate la vechile nișe ocupate de noi specii și tipare familiare ale complexității ecologice. Dar lucrurile nu funcționează așa.

Să luăm în considerare cât de vast a fost cândva ecosistemul din Hell Creek. Acesta nu mai este un tărâm al oaselor și al cenușii, dar nici nu mai este habitatul înfloritor și plin de viață de odinioară. Viața a revenit aici însă la o scară mai mică, zona fiind populată de speciile care au supraviețuit. Pomii înfloriți precum cornii și magnoliile proliferază, iar arborii de sequoia reprezintă segmentul de conifere. Mamiferele care au mai rămas sunt, în general, specii de vizuină – uriașa menajerie de animale din era mezozoică s-a redus în mod drastic. Insectele încă se fac simțite, dar sunt mai puține specii acum. Ecosistemele din apele dulci s-au confruntat cu cele mai puține schimbări – peștii, broaștele, țestoasele și champsozaurii trăiesc în continuare ca la finalul Cretacicului –, dar biodiversitatea din această lume nouă e doar o fracțiune din ce a fost cândva. Va fi nevoie de timp pentru ca viața să prolifereze din nou.

Privit din această perspectivă, ținutul este plin de nișe libere. Nu mai există megaerbivore aici. Toate animalele care se hrănesc cu plante sunt mici. Acestea ajută la dispersarea semințelor și influențează indubitabil supraviețuirea și evoluția plantelor pe care le consumă, dar nici unul dintre mamiferele care au supraviețuit nu este vreun monstru de zece tone care doboară copaci și transformă ținuturile joase în iazuri. Nu mai există nici carnivore uriașe – un lucru imposibil din punct de vedere ecologic atunci când toate prăzile sunt doar niște mici gustări. Au dispărut și uriașii înaripați ai cerului, precum și toate păsările cu dinți și alte zburătoare carnivore care se hrăneau cu insecte și șopârle din coronamentul pădurilor. Pierderea dramatică a atât de multe specii nu este un simplu bilanț al victimelor. Fiecare specie are un loc în rețeaua ecologică, astfel încât multe legături au fost distruse. Natura pare să fie acum plină de lacune.

Dar evoluția nu are nevoie de lacune pentru a prospera. Existența unor specii creează interacțiuni și roluri care deseori determină apariția sau proliferarea altora. Diversitatea generează diversitate, nu doar breșe ecologice. O extincție în masă poate contribui la răsturnarea ordinii lucrurilor sau poate oferi anumite oportunități, dar interacțiunile dintre organisme

determină evoluția acestora. Nu există nici un tărâm ipotetic cu nișe ecologice libere spre care organismele să se îndrepte în mod inexorabil pentru a recrea aceleași interacțiuni ca înainte. Nu există nici o stare optimă la care să se întoarcă lumea chiar dacă va avea suficient timp la dispoziție să facă asta. Ceea ce se formează acum este ceva complet nou.

De-a lungul tuturor perioadelor de când a apărut viața pe Pământ, de-a lungul analelor timpului profund, erele cu cea mai mare biodiversitate au fost cele în care organismele au depășit anumite bariere și au început să se împingă unele pe altele spre noi habitate.¹¹³ În timpul Carboniferului, cu mai bine de 290 de milioane de ani în urmă, vertebratele au început să se aventureze în afara mediului acvatic și să avanseze spre țărm. Peștii prosperau în continuare în mări, dar acum – pentru a profita de pădurile pline de insecte – au început să prospere și pe uscat. Unii dintre acești amfibieni au rămas legați de apă. Odată cu apariția membranei amniotice⁸, alte grupuri înrudite au început să se stabilească pe uscat. În ținuturile în care înainte existaseră doar roci și bacterii se dezvoltau păduri impunătoare pline de amfibieni și artropode. Schimbările au fost atât de drastice, încât bacteriile au rămas în urmă și au trebuit să recupereze. Plantele primitive au secretat o nouă substanță care era mai dură – lignina – pentru a se dezvolta în arbori înalți. Bacteriile care să descompună lignina nu apăruseră încă, iar când acești copaci cădeau la pământ se descompuneau atât de greu, încât erau șanse mai mari să fie îngropați de mlaștini vaste, transformându-se, în cele din urmă, în zăcămintele de cărbune. Această explozie de activitate nu a fost precedată de o extincție în masă sau nu a fost determinată de faptul că unele specii au ocupat nișe prestabilite. Când plantele au început să prindă rădăcini pe țărm, au creat noi habitate pentru nevertebrate, care, la rândul lor, au atras vertebratele. Fiecare circumstanță evolutivă a oferit noi posibilități, biodiversitatea autogenerându-se prin intermediul interacțiunilor dintre diferite specii.

Dacă ar fi existat o cale prestabilită sau dacă evoluția convergentă ar fi dominat, atunci supraviețuitorii din Hell Creek ar fi ocupat acele roluri care rămăseseră vacante. În timp, poate că ar fi existat mamifere impunătoare, de mărimea unor tiranozauri, sau șopârle zburătoare de mărimea unui pterozaur. La urma urmei, aceasta ar fi părut să fie marea șansă evolutivă oferită supraviețuitorilor – mai ales mamiferelor care rămăseseră la dimensiuni mici

vreme îndelungată din cauza dinozaurilor. Dar nu există nici o întrecere, nici o grabă, nici o dorință de a recupera ceea ce a fost cândva. Fiecare acțiune, fiecare interacțiune și proces de ordin biologic vor determina în mod lent și subtil ceea ce va urma, iar supraviețuitorii vor crea propriile nișe. Nu există direcții predeterminate pe care speciile trebuie să le urmeze. Selecția naturală, acea forță persistentă a schimbării, are nevoie de variație pentru a funcționa – de la rezistența organismelor la bolile cu care se confruntă la compoziția dietei și forma corpului lor. Chiar și cele mai complexe ecosisteme au evoluat pe baza unor diferențe interconectate extraordinar de mici. Depopularea habitatelor post-extincție oferă în mod cert o mulțime de posibilități, dar eliberarea unor nișe ecologice nu stimulează în mod automat o dezvoltare a ecosistemelor. Acest lucru va depinde de supraviețuitori, care vor modela în mod imperceptibil lumea din acest nou punct de plecare.

Nu toți supraviețuitorii vor prospera din nou. Unele specii care au putut rezista pe parcursul infernului dezlănțuit în prima zi și pe parcursul frigului intens de după aceea se îndreaptă de fapt spre extincție, nu spre o revenire.

O rudă îndepărtată a micuțului *Coniophis* se odihnește la umbra unui arbore tânăr de *Ginkgo biloba*, iar pe pielea ei acoperită de solzi se reflectă pete de lumină filtrată de frunzele în formă de scoică. Corpul reptilei, care are o lungime de doi metri și jumătate, este în mare parte gri, acoperit ici-colo de câteva pete maronii, camuflându-se perfect în locul liniștit pe care l-a ales pentru odihna de după-amiază. Aceasta este *Palaeosaniwa*, cea mai mare șopârlă din Hell Creek.¹¹⁴ Și este una dintre ultimele din specia ei.

Cu doar o mie de ani în urmă, *Palaeosaniwa* era echivalentul tiranozaurului în lumea șopârlilor. Adulții puteau atinge o lungime de trei metri, iar fălcile lor erau echipate cu dinți incredibil de ascuțiți cu care curmau repede viața mamiferelor și a puilor de dinozauri. Dar în orele de după impact, majoritatea acestor șopârle uriașe nu au putut să găsească un adăpost potrivit în mediul subteran. Erau prea mari pentru a încăpea în vizuini și nu aveau nici un instinct pentru a-și săpa propriul refugiu. Majoritatea au pierit. Doar cele mai mici și incomplet dezvoltate au putut să-și găsească adăpost. Aceste exemplare tinere s-au trezit într-o lume în care viitorul speciei lor se baza pe ele și doar pe ele.

Nici carnivorelor nu le-a fost ușor să se descurce în lumea de după

impactul cosmic. În primii ani, sursele de hrană erau rare și sărăcăcioase. *Palaeosaniwa* prindea orice vietate putea: vâna păsări și reptile, căutând prin cuiburi și vizuini pentru a-și potoli foamea. Pentru că erau animale ectoterme, precum *Coniophis*, aceste șopârle au reușit să supraviețuiască, dar populația nu și-a mai revenit. La o mie de ani de la impactul cosmic, chiar în zorii unei noi perioade de înflorire evolutivă, șopârlele găsesc hrana potrivită pentru ele, dar tot mai puține se reproduc. Este suficient pentru ca doar câteva să supraviețuiască, dar nu și pentru a asigura extinderea populației – mai ales că acestor șopârle le trebuie câțiva ani pentru a atinge maturitatea sexuală. Nu va mai trece mult timp până când *Palaeosaniwa* va deveni o specie dispărută din punct de vedere funcțional.

Extincția nu se produce atunci când ultimul membru al unei specii își dă cea din urmă suflare.¹¹⁵ Acel moment reprezintă încheierea unei vieți, dar o specie poate ajunge la dispariție din punct de vedere funcțional cu mult timp înainte. Este ca în cazul diferenței dintre cauza proximală și cauza fundamentală. Ultimul exemplar de *Palaeosaniwa* poate să piardă între fălcile unui prădător sau să moară de bătrânețe, dar, oricare ar fi motivul, specia a depășit acel prag din care își mai poate reveni. Frigul cronic și incredibil de intens din anii de după impactul cosmic a redus populația șopârlelor la o fracțiune din ceea ce fusese cândva. Dificultatea de a găsi hrană a permis doar unui număr redus de șopârle să supraviețuiască în fiecare an. Acei indivizi s-au răspândit de atunci de-a lungul teritoriului, având nevoie de ani întregi pentru a se dezvolta înainte de a încerca măcar să găsească un partener, să construiască un cuib și să-și păzească ouăle, activități ce nu garantează că va apărea o nouă generație și că va rezista. Aceasta este extincția prin uzură: existența speciei *Palaeosaniwa* atârână doar de un fir de ață. Șopârlele nici măcar nu sesizează propria extincție.

În timp, toate speciile se vor confrunta cu dispariția. Unele vor lăsa descendenți în urma lor. Altele nu. Oricât de frumoasă este această reprezentare, nu există un arbore filogenetic coerent. Biodiversitatea ia mai degrabă forma unei țesături haotice, unele fire se destramă, altele sunt smulse, unele sunt țesute din nou, creând o rețea incredibil de încâlcită de specii care sunt izolate și conectate deopotrivă. Toate speciile care trăiesc în acest moment, în zorii Paleocenului, vor pieri în cele din urmă. Dar unele vor da

naștere unor populații puțin diferite de cele din care provin, variații care vor supraviețui chiar și atunci când speciile originare vor dispărea și, odată cu acestea, va începe din nou același dans ecologic. Speciile care există azi vor modela cum va arăta viitorul de mâine, iar viața în sine va produce o bogăție de forme unice.

În ceea ce a mai rămas din Hell Creek, tocmai a început să se contureze o nouă grădină. Semințele au fost sădite în Cretacic, rămășițe biologice care au stabilit fundația pentru următorii 66 de milioane de ani. *Palaeosaniwa* sâsâie, adulmecând mirosurile aduse de o altă după-amiază paleocenică.

În altă parte Atlanticul de Nord

Micile sfere se mișcă de-a lungul suprafeței, cele mai mici particule într-o mare aparent infinită.¹¹⁶ Însă, de aproape, acele puncte nu reprezintă doar niște particule de praf oceanic. Acele sfere acvatice sunt alcătuite din discuri suprapuse, plăci de forma unor gogoși cu câte un mic flagel ieșit în afară. Părțile individuale se numesc cocolitofori și se unesc pentru a forma o cocolitosferă.

Fiind atât de aproape de suprafață, scăldate în lumina soarelui, fiecare parte a sferei este de un intens verde-închis. Cocoliții sunt organisme fotosintetizatoare, folosindu-se de lumina solară pentru a-și produce hrana. Aceste sfere ar putea pur și simplu să plutească zi și noapte, căci această algă planctonică ar putea să se autosustină, producându-și singură hrana cu ajutorul razelor solare. Dar flagelii reprezintă un semn că acum sunt vremuri grele, ca atunci când această formă de cocoliți era prădătorul dominant.

Aproape toată viața din mări a pierit în timpul iernii produse de impact. Lumina solară este o parte esențială a ecosistemelor oceanice, permițând algelor și altor organisme fotosintetizatoare să-și producă hrana. În acei ani întunecați, nu au putut să-și îndeplinească rolul, astfel că organismele care se hrăneau pe această cale au rămas fără surse de hrană. Dacă destabilizezi fundația, un întreg edificiu ecologic poate ajunge să se prăbușească. Multe specii de cocoliți au pierit, cu câteva excepții. Supraviețuitorii au reușit să-și schimbe dieta.

Evoluția nu anticipează ce urmează. Variația și întâmplarea pură au permis supraviețuirea organismelor de-a lungul a miliarde de ani. Cu cât este mai mare diversitatea, cu atât sunt șanse mai mari să existe unii indivizi, unele populații, unele specii care vor putea să facă față presiunilor care le afectează existența. În cazul cocoliților, unele specii cretacice erau *mixotrofe* – puteau să absoarbă mici fragmente de materie organică, dar și să-și producă propria hrană. Erau specii cu o mobilitate mai mare, capabile să se deplaseze cu ajutorul acelor mici „bice“, hrănindu-se cu organisme mai mici și reziduuri oceanice atunci când lumina solară a fost redusă.

Micuțele alge au ținut oceanul în viață. Chiar și cu reducerea drastică a masei planctonice, mixotrofele au proliferat și au oferit o cale prin care viața să-și revină în urma acelor vremuri catastrofale. Unii prădători ai planctonului au putut să supraviețuiască hrănindu-se cu cocoliți, contribuind la menținerea în viață a unor părți din ocean. Iar când praful și reziduurile care împiedicau lumina solară s-au risipit din atmosferă, cocoliții au putut să îndeplinească noi roluri. Din mixotrofe au început să evolueze noi organisme fotosintetizatoare ce au restaurat treptat rețeaua de alge esențială pentru ecosistemele oceanice.

Dacă toți cocoliții din Cretacic ar fi fost organisme fotosintetizatoare perfecte, iarna care s-a instalat după impactul cosmic ar fi dus la moartea tuturor vietăților din mări și oceane, cu excepția bacteriilor. Dar aceste organisme care au jucat diferite roluri au permis unor specii să supraviețuiască. Organismele nu se nasc supraviețuitoare, ci sunt selectate în mod aleatoriu să devină astfel.

Micuța sferă de discuri organice continuă să plutească în lumea ei microscopică, un mediu dens și populat dintr-o apă ce altminteri pare să fie cristalină. Câțiva dintre flagelii sferei se răsucesc și îndreaptă sfera într-o parte, înghițind din apă o fărâmbă și mai mică decât ea.

8. Membrană specială care protejează embrionul și care este absentă la amfibieni și pești. Aceste vertebrate tetrapode se numesc amniote și se împart în două linii evolutive principale: sauropside (reptile și păsări) și sinapside (mamifere). Acestea depun ouăle pe teren uscat sau le dezvoltă în interiorul corpului, în schimb peștii și amfibienii le depun în mediul acvatic (n. tr.).



9. După o sută de mii de ani de la impact

E vremea prânzului. Micuța araneidă se mișcă repede. O coleopteră mică se zbate și zumzăie, dând din aripi în încercarea de a se elibera din pânza lipicioasă, și s-ar putea să reușească. Mătasea produsă de păianjen este un material rezistent, dar o pânză este compusă din multe fire țesute laolaltă. Dacă o insectă se străduiește din răspuțeri, o masă se poate transforma într-o tapiserie distrusă, ceea ce presupune încă o noapte de lucru.

Araneida este rapidă. Cuprinde repede coleoptera care se zbate și își pune membrele la treabă, țesând mătase pentru a forma un cocon în care să imobilizeze insecta. Dar într-o clipă și păianjenul, și coleoptera dispar, un amestec de picioare și exoschelet între fălcile unui mamifer de aproape zece kilograme. Acesta este *Baioconodon*, care vânează tot ce poate găsi într-o lume ce nu-și mai amintește de extincția cu care s-a confruntat chiar dacă cicatricile produse sunt încă vizibile.^{[117](#)}

Baioconodon este un tetrapod mic și ciudat. Degetele sale se termină cu niște mici copite tocite, dar cu toate acestea are un zâmbet care inspiră teamă. Caninii săi sunt destul de lungi în comparație cu dinții neregulați și crestați de pe laterale. Dacă vrea, poate să-și înfigă acei dinți ascuțiți în alte mamifere

mai mici care aleargă prin pădure. Dar nu are astfel de înclinații. Este omnivoră, hrănindu-se cu frunze și șopârle, fructe și insecte, iar acei dinți ascuțiți sunt în principal pentru a inspira teamă. În afara sezonului pentru împerechere – așa cum este cazul acum – va deschide gura larg, va mârâi și va spera să alunge intrușii. Acesta este micul ei teritoriu din Paleocen din care poate alege după bunul plac.

Dă la o parte ferigile din calea ei în timp ce-și continuă drumul prin pădure. A trecut suficient timp încât să nu se mai zărească trunchiuri și bușteni carbonizați în urma incendiilor devastatoare din lumea de după impactul cosmic. Au crescut și au căzut copaci, iar în locul lor au răsărit alții noi, trunchiuri acoperite cu mușchi ce stau pe covorul de vegetație de la sol întrerupte de un coronament care, pentru prima dată după multă vreme, poate fi considerat pădure virgină.

Dar adevăratul succes evolutiv le aparține ferigilor. Frondele presară stropi de rouă pe blana maronie a femelei de *Baioconodon* în timp ce aceasta trece printre arbuști. Tufele de ferigi sunt aparent peste tot, ca și cum ar fi o hidră ale cărei numeroase capete se odihnesc. Orice ferigă care piere din cauza lipsei de lumină solară sau umiditate poate fi înlocuită de multe altele.

Aceasta este perioada de apogeu a ferigilor.^{[118](#)}

Ferigile sunt printre cele mai vechi plante de pe Pământ. Primele specii ale acestor plante au apărut cu aproximativ 360 de milioane de ani în urmă, pe când strămoșii dinozaurilor abia începeau să cucerească uscatul sub forma amfibienilor cu patru picioare. Ferigile s-au adaptat să se dezvolte în medii umede și la altitudini joase, fiind legate pentru totdeauna de locurile în care umiditatea este prezentă din belșug.

Ciclul de viață al ferigilor impune ca acestea să nu se afle prea departe de medii umede, pentru că aceste plante care formează subarboretul se înmulțesc prin spori, și nu prin semințe. Ferigile nu așteaptă protejate într-o crustă sigură și blindată, ci au în schimb un ciclu de viață alternant, în care frondele au doar un rol tranzitoriu.

Dacă ne-am uita cu atenție pe partea inferioară a frondelor de ferigă care formează covorul de vegetație din această pădure, am vedea zeci și zeci de puncte mici. La o simplă privire, feriga pare să fie infectată cu ceva sau să fie atacată de mici insecte. Dar acestea sunt, de fapt, pungi naturale pline cu

nenumărați spori. Fiecare este precum o particulă de praf, însă o particulă care aduce cu ea promisiunea unei alte generații.

Bineînțeles că ferigile, când e vorba de reproducere, se bazează pe numere cât mai mari. Când sunt eliberați, sporii ajung oriunde. Unii vor găsi un teren potrivit și vor începe să germineze și, în cele din urmă, se vor dezvolta într-o structură numită protal, care se aseamănă cu o mică inimă verde ce prezintă în partea de jos o barbă răvășită. Aceasta reprezintă baza pentru dezvoltarea frondelor ferigii, dar nu are cum să facă asta de una singură. Pentru a se dezvolta, protalul are nevoie ca organele sale reproductive să fie fecundate. În circumstanțe fericite, această fecundare duce la creșterea unei tulpini lungi și spiralate care se va dezvolta, în cele din urmă, într-un mănunchi de frunze mici de forma unui evantai.

Ținând cont de toate aceste complicații, ferigile par să fie niște indicatori neașteptați ai unei lumi care-și revine. Modul lor de reproducere este primitiv și complicat. Aceste plante nu primesc sprijin din partea altor organisme, așa cum se întâmplă în cazul plantelor cu flori sau al unor conifere. Ferigile au rămas la nivelul solului, în timp ce păduri impunătoare au crescut și s-au dezvoltat în jurul lor. Ferigile fac parte din subarboret, preferând habitatele cu temperaturi relativ scăzute și umbroase create de arborii înalți din jurul lor. Și tocmai de aceea s-au răspândit și au ocupat teritorii vaste, în timp ce alte plante s-au străduit să prindă rădăcini pe aceleași terenuri. În mod ciudat, efectele produse de impactul cosmic au contribuit la dezvoltarea ferigilor. În timp ce alte plante au avut de suferit, ferigile s-au bucurat de noroc. În perioada în care lumina solară a fost blocată vreme de săptămâni întregi, apoi redusă vreme de luni de zile, ferigile care s-au adaptat pentru a crește în condiții de lumină redusă au fost mult mai puțin afectate. Iar acum, că turmele de dinozauri erbivori înfometate au dispărut, modul în care se reproduceau ferigile nu mai era o chestiune de supraviețuire, ci de răspândire. Oriunde a existat un loc rece și umed, ferigile s-au înmulțit rapid.

Ferigile vor continua să joace același rol de taxon al dezastrului vreme de milioanele de ani, dezvoltându-se rapid în habitate afectate, unde nu mai exista aceeași diversitate ca înainte. O explozie de ferigi este un semn că un ecosistem își revine de pe urma unui dezastru major. Imediat după erupțiile vulcanice intense sau alte catastrofe care perturbă rapid medii bine

dezvoltate, ferigile sunt printre primele semne ale faptului că zona respectivă își revine la viață. Ferigile nu au nevoie de alte organisme pentru a-și răspândi sporii și, atunci când erbivorele flămânde sunt rare, plantele pot să crească nestingherite, fără să fie constant smulse. Ferigile au fost binecuvântate de evoluție să prospere atunci când alte specii întâmpină dificultăți. Diversitatea vieții este un tampon împotriva crizelor inevitabile care lovesc planeta, formând legături între ceea ce a fost și ceea ce va fi.

Cu toate acestea, pădurea care a început să se dezvolte pe teritoriul acoperit de ferigi nu va fi precum cele din urmă cu un milion de ani. În loc să fie doar fundalul schimbărilor evolutive dramatice cu care s-au confruntat animalele, pădurea paleocenică este modelată atât de natura supraviețuitorilor, cât și de absența viețuitoarelor care considerau aceste ținuturi împădurite acasă.

Spre finalul Cretacicului, pădurile din Hell Creek erau absolut pline de diferite specii de plante. Pini chilieni, palmieri, corni, chiparoși și multe alte specii creșteau unele lângă altele. Angiospermele (plantele cu flori) și gimnospermele (coniferele) se întreceau între ele pentru a prinde lumina solară, în timp ce ferigile și cicadeele continuau să apară de-a lungul lizierei pădurii. Dar aceste păduri nu erau dese. Pădurile din Hell Creek nu aveau coronamente apropiate care să creeze o lume umbroasă pentru plantele de jos. Adesea, existau distanțe considerabile între copaci, șiruri întinse care au creat un coronament rar și au permis pătrunderea din belșug a luminii pentru plantele care creșteau la nivelul solului.

Dinozaurii au păstrat pădurile în acest fel.¹¹⁹ Erbivorii uriași precum edmontozaurii și triceratopșii au modelat în mod neintenționat pădurile prin ceea ce au mâncat și prin traseele pe care le-au urmat. Deseori, copacii tineri erau călcați în picioare sau devorați înainte să aibă șansa de a crește. Și chiar dacă acești dinozauri de multe ori nu puteau să ajungă la frunzele și crengile copacilor maturi, un animal precum triceratops tot putea să calce în picioare unele dintre aceste plante pentru a crea un spațiu mai deschis în interiorul pădurilor. Chiar și traseele de vânătoare create de dinozauri – deschise de erbivore și adoptate apoi de carnivore – mențineau echilibrul. Era mai greu ca plantele să prindă rădăcini pe un teren bătătorit, potecile făcute de dinozauri se intersectau și puteau fi văzute de deasupra copacilor. Dinozaurii uriași au fost practic grădinari ai ecosistemelor, remodelând lumea din Hell Creek.

Dar acum dispăruseră cu toții. Nici un dinozaur mai mare decât un corb nu a supraviețuit presiunilor înfiorătoare ale valului de căldură și ale iernii care s-a instalat după impactul cosmic. Cu un milion de ani în urmă, un animal din acest mediu cântărea, în medie, aproximativ trei tone. Acum sunt doar câteva viețuitoare care cântăresc mai mult de un kilogram. Nu mai există uriași care să cultive această grădină preistorică.

Și plantele, desigur, s-au confruntat cu propria extincție în masă. Coniferele au fost mai afectate decât plantele cu flori. Domnia îndelungată a coniferelor în calitate de componente primare ale pădurilor preistorice se încheiase. Plantele cu flori cresc mult mai repede decât coniferele, iar mare parte din terenul eliberat este ocupat de plante cu frunze late care cresc aproape unele de altele. Fără dinozaurii uriași care să mențină pădurea un spațiu deschis, plantele cu flori, aflate într-un număr relativ mic, creează împreună un coronament pe mai multe etaje ce protejează de lumina soarelui o mare parte din covorul de vegetație al pădurii. Nu a mai existat niciodată o astfel de pădure.

Evoluția plantelor supraviețuitoare și ceea ce a rezultat după zilele intense de la începutul Paleocenului au contribuit la această creștere explozivă a plantelor. Angiospermele puteau deja să se dezvolte mai repede, ca urmare a competiției lor cu coniferele din timpul epocii dinozaurilor. Aceste plante erau deja pregătite să sufere schimbări la începutul Paleocenului. Însă la succesul angiospermelor au contribuit și produșii rezultați în urma evenimentelor de după impactul cosmic înfiorător. Cenușa și vegetația pârjolită de pe urma incendiilor globale au creat un exces de fosfor în sol la începutul Paleocenului. Acest lucru reprezintă un avantaj major pentru unele specii noi de angiosperme. Odată ce angiospermele care au supraviețuit încep să crească și să sufere transformări, apar noi specii. Plantele înrudite cu fasolea și mazărea încep să prolifereze și, în timp, să fixeze azotul în sol – preiau azotul din atmosferă și îl fac accesibil pentru compușii din sol care vor fertiliza mai departe fundația pădurii. Toate aceste schimbări favorizează creșterea altor angiosperme în detrimentul coniferelor și al ferigilor – acei lăstari timpurii ai plantelor cu flori transformă încet pădurile în funcție de solurile la care se adaptează cel mai bine, în timp ce alte forme de vegetație prind rădăcini în arii mai mici ale acestei noi păduri. Și este doar începutul. O

pădure deasă și umbroasă, cu numeroase etaje de vegetație de la nivelul rădăcinilor până la coronament, oferă un habitat mai mare decât orice petic de zonă împădurită din Hell Creek, iar mamiferele sunt pregătite să profite de aceste schimbări.

Micuța femelă de *Baioconodon*, care străbate pădurea paleocenică, joacă un rol diferit în remodelarea lumii de după marea extincție. Strămoșii ei au supraviețuit dezastrului de după impactul cosmic. În eonii care vor veni, rudele ei vor deveni prădători supremi – carnivore care vor putea ajunge la dimensiunile unui leu, unele dintre cele mai mari carnivore din epoca mamiferelor. Și o parte din secretul care va sta la baza succesului acestui grup evolutiv este ascuns între urechile ei pufoase.

Raportându-ne la spectrul amplu al schimbărilor aduse de evoluția mamiferelor, creierul unui *Baioconodon* nu este atât de mare. De fapt, mare parte din acesta pare să fie dedicat hranei. Lățirea maxilarelor și a arcadelor zigomatice a lăsat loc pentru dezvoltarea mai multor mușchi la nivelul maxilarului. Față de animalele de mai târziu care vor duce un stil de viață similar, precum pisicile și câinii, creierul ei pare să fie foarte mic în comparație cu dimensiunile corpului, raport care uneori este considerat un indicator al unei inteligențe relativ reduse. Unii dintre cei mai mari dinozauri, de exemplu, aveau un creier care ne putea încăpea în palmă, iar mare parte din capacitatea de procesare era aparent dedicată mai mult olfacției și vederii decât cogniției. Primele mamifere erau similare, creierul lor fiind cel mai bine echipat pentru a găsi următoarea masă și condițiile necesare reproducerii, și nu pentru a manifesta comportamente complexe.

Dar prăbușirea asteroidului a schimbat soarta mamiferelor, nu doar în ceea ce privește dimensiunile corporale, ci și structura creierului.¹²⁰ *Baioconodon* și rudele ei sunt deja la fel de mari precum ultimele mamifere din Cretacic – o revenire destul de rapidă ținând cont de faptul că doar cele mai mici mamifere au putut supraviețui evenimentelor de după impactul cosmic. Iar creierul acestora nu devine doar mai mare ca dimensiuni, ci permite și dezvoltarea unor noi comportamente. Nemaifiind constrânși să stea în umbra șopârlelor impunătoare, mamiferele ocupă noi nișe din lumea paleocenică. Astfel, apar variații ale capacităților fiecărui mamifer – de la hrana pe care o consumă până la cum interacționează unii cu alții în cadrul aceleiași specii –,

ceea ce încurajează o varietate de noi comportamente. Spațiul deschis nu duce la formarea unui grup omogen de viețuitoare, fiecare dintre acestea făcând cam același lucru într-o măsură mai mică sau mai mare. În timp ce mamiferele din Paleocen continuă să evolueze de-a lungul generațiilor, noutatea dă naștere la și mai multă noutate, iar nișele devin subdivizate și unele specii devin mai specializate. Un strămoș omnivor poate da naștere unor descendenți carnivori sau erbivori, iar apariția în scenă a unor noi erbivore sau carnivore înseamnă că mașinăria evoluției constante va da naștere la și mai multe variații.

Însă aceste schimbări nu au fost posibile doar datorită dispariției dinozaurilor uriași și înfricoșători, ci și datorită extincției în masă a mamiferelor mezozoice la finalul Cretacicului.

Dominația completă a dinozaurilor asupra ecosistemelor terestre din întreaga lume a afectat, în mod neîndoielnic, evoluția mamiferelor și a pădurilor deopotrivă.¹²¹ Dar trebuie să avem grijă să nu le conferim prea multă putere șopârlelor îngrozitoare. Nu erau singurele animale din jur și, în mod cert, nu erau singurele animale care exercitau o influență asupra ecosistemelor. Chiar dacă domnia dinozaurilor a impus niște constrângeri puternice legate de cât de mari puteau să devină mamiferele, competiția dintre mamifere a limitat numărul de forme diferite pe care le-au luat acestea în Mezozoic, precum și numărul de nișe pe care le-au ocupat.

În mare parte din perioada mezozoică, majoritatea animalelor din această familie aparțineau unei clade numite Mammaliaformes (sau „cu formă de mamifer”). Nu erau precum mamiferele marsupiale sau placentare din ziua de azi. Erau mai primitive și unele încă depuneau ouă în loc să nască pui vii. Abia în Cretacic subclasa Theria – grupul care include mamiferele marsupiale și placentare – a început să se facă simțită. Era însă o problemă: multe nișe disponibile pentru noile mamifere fuseseră deja ocupate de Mammaliaformes. Este aceeași problemă cu care s-au confruntat dinozaurii în Triasic. Primii dinozauri au coexistat cu precursorii lor și, abia după ce aceste forme mai primitive de reptile au dispărut, dinozaurii au început să se dezvolte cu adevărat.

Mamiferele care au devenit echivalenții mezozoici ai castorilor, veverițelor zburătoare, furnicarilor, vidrelor și ai multor alte animale aparțineau, în

principal, cladei Mammaliaformes. Totuși, primele mamifere din subclasa Theria erau mici insectivore, unele dintre acestea fiind atât de mici că nu cântăreau nici o sută de grame. Cu alte cuvinte, aceste mamifere au evoluat într-o lume în care multe dintre rolurile ecologice posibile pentru mamifere erau deja ocupate de forme mai primitive. Primele mamifere s-au diversificat, dar nu s-au distanțat unele de alte, numărul tot mai mare de specii era cam același pentru fiecare grup în parte, într-o măsură mai mică sau mai mare. Pentru alte câteva milioane de ani, nu vor exista echivalenți din subclasa Theria pentru mamiferele care se hrănesc cu pește, care zboară dintr-un copac într-altul sau care sapă prin mușuroaie de furnici. Așa cum plantele cu flori nu au putut să prindă rădăcini mai puternice decât după ce extincția în masă a eliminat câteva dintre speciile competitori de conifere, nici strămoșii pisicilor și câinilor, ai liliecilor și primatelor, ai elefanților și balenelor și ai multor altor mamifere nu au putut să se dezvolte până când uriașii care impuseseră vechea ordine a lumii nu au fost îndepărtați. *Baioconodon* face parte din noua gardă, un mamifer cu molari ce pot să zdrobească și să taie și ai cărui pui se nasc în urma unei gestații interne. Această schimbare anatomică fundamentală va duce la un nou avânt al evoluției mamiferelor, pregătind terenul pentru apariția unei serii de animale foarte diferite care poate nu ar fi existat dacă mamiferele mai primitive ar fi deținut puterea.

Sus, deasupra capului femelei de *Baioconodon*, ascunsă printre crengile unui arbore de *Meliosma* cu frunzele late, o pasăre mică ciripește.¹²² Este un mic exemplar aviar cu un cioc scurt și ascuțit și cu un mic smoc de pene la nivelul ochilor de forma unei creste. Nu e cea mai colorată pasăre, este de un galben-închis, iar penele de dedesubt au o nuanță mai deschisă, însă micuța cântătoare este un semn că până și dinozaurii încep să-și revină. Pasărea este una dintre primele coliide, o familie de dinozauri zburători care vor rămâne pe Pământ pentru zecile de milioane de ani ce vor veni.

Păsările care au supraviețuit presiunii exercitate de extincția în masă nu erau arhaice sau primitive. De fapt, multe dintre ele erau primii membri ai unei linii evolutive care va continua să existe zeci de milioane de ani. La fel ca mamiferele, păsările se diversificau și se împărțeau în noi linii evolutive chiar și în perioada în care dinozaurii non-aviari cutreierau Pământul și pterozaurii concureau cu alte păsări pe cer. Primele rude ale papagalilor,

anseriformelor și ale altor păsări se bucuraseră deja de perioade de apogeu înainte de prăbușirea asteroidului și, fiind păsări cu cioc care se hrăneau cu semințe și fructe în coajă lemnoasă, multe au putut să supraviețuiască în perioada marii reveniri din Paleocen. Sunt descendenți ai dinozaurilor. La fel ca rudele lor impunătoare, păsările care au supraviețuit se dezvoltă repede și produc numeroși descendenți în fiecare an. Nu va mai dura mult până când păsări înalte de doi metri care nu pot zbura vor începe să cutreiere pădurile, mulțumite să se hrănească cu orice mamifere care le-ar fi ieșit în cale, mamifere care erau încă de mici dimensiuni.

Dar colida din zorii acestei zile paleocenice nu reprezintă o astfel de amenințare. Ea face parte dintr-o varietate încă redusă de păsări care umplu din nou pădurea de triluri. Nici un dinozaur non-aviar nu ar fi putut scoate astfel de sunete. Există două motive. Primul este reprezentat de un organ specializat denumit siringe sau laringe inferior. Acest organ arată precum un tub cu încrețituri care se desparte în două ramuri la baza laringelui în cazul multora dintre păsările care au supraviețuit impactului cosmic. Structura s-a dezvoltat cu milioane de ani în urmă în rândul păsărilor cu cioc din Cretacic; le permitea păsărilor din Mezozoic să țipe, să cârâie, să ciripească și să vocalizeze, scoțând sunete foarte diferite de cele produse de dinozaurii non-aviari, sunete care erau de obicei joase și guturale. Și, la fel ca mamiferele, păsările din Paleocen au început să-și dezvolte noi comportamente și moduri de a interacționa.¹²³

Creierul păsărilor din Paleocen începe să se mărească, multe din conexiunile cerebrale fiind dedicate cogniției și comportamentului. Păsările nu funcționează pe pilot automat, ci percep lumea din jurul lor și interacționează cu aceasta într-un mod în care dinozaurii non-aviari nu au putut s-o facă vreodată. Spre deosebire de rudele lor acum dispărute, păsările capătă acest avantaj pentru că devin tot mai mici.

Capacitatea de a zbura implică niște costuri uriașe. Cantitatea de energie necesară pentru a te ridica și a te menține în aer este uluitoare, mai ales când păsările devin tot mai mari. Pentru a fi eficientă, o pasăre mare trebuie să se folosească de curenții de aer și de abilitatea de a plana, așa cum făceau marii pterozauri în Cretacic. În plus, multe dintre nișele care se eliberează în lumea paleocenică se află în pădurile tropicale și dese. Fiecare specie de arbori,

chiar și fiecare copac în sine, oferă o varietate de habitate. Există păsări care petrec foarte mult timp ciugulind solul în căutare de hrană, păsări care își fac cuiburile în scorburile copacilor, păsări care țopăie pe crengile de sus ale copacilor și multe altele. Aceasta este o lume complexă care favorizează speciile mici, iar păsările sunt deja predispuse la micșorarea dimensiunilor de-a lungul timpului evolutiv. De fapt, chiar primele păsări au fost rezultatul unui fenomen de micșorare – strămoșii lor dinozaurieni erau mult mai mari, de dimensiunea curcanilor, iar presiunile evolutive legate de capacitatea de a zbura favorizau înaripatele de dimensiuni mai mici, ceea ce a dus la apariția unor păsări și mai mici. Dar creierul păsărilor nu a devenit mai mic, ci și-a păstrat dimensiunile, oferind posibilitatea ca anumite părți din acest spațiu de procesare important să fie eliberate pentru a fi dedicate trilurilor, dansurilor de împerechere și unei vieții sociale mult mai bogate decât au avut parte vreodată dinozaurii non-aviari. Și asta nu era tot. Deși strămoșii carnivori ai păsărilor se bazau foarte mult pe miros, majoritatea păsărilor și-au pierdut de-a lungul evoluției simțul olfactiv ascuțit. Simțul vizual a devenit mai important, unele specii putând să vadă și în regiunea ultravioletă a spectrului. Modul în care vede *Baioconodon* o coliidă este foarte diferit de modul în care coliiidele se percep unele pe altele – mici puncte ultraviolete presărându-le pieptul.

În ciuda acestor schimbări și noi posibilități aduse de evoluție, unele viețuitoare vor urma un drum mai conservator. Nu departe de micuța coliidă care ciripește, pe malul unui pârau liniștit, umbrit de ramurile unui copac care se apleacă deasupra lui, se odinește un mic crocodilian. Botul său cârn îl face să arate precum un caiman gata de luptă, ceea ce este destul de adevărat ținând cont de locul pe care îl ocupă în arborele filogenetic. Partea dorsală are o nuanță de maro-închis, în timp ce partea ventrală este de un crem-deschis. Acest animal ectoterm stă pur și simplu întins pe malul apei cu gura larg căscată, așteptând ca ceva să-i capteze atenția sau să-i aterizeze pe pielea sensibilă a gurii sale pline de colți.

Această reptilă care stă întinsă la soare este diferită de cele care au fost înaintea ei sau de cele care vor veni după ea. Face parte dintr-o specie care este definitorie pentru epoca paleocenică. Însă forma sa este extrem de familiară. Craniul este situat la un nivel inferior, în vreme ce ochii și nările se

află mai sus, ca să le poată ține deasupra apei atunci când nu se scufundă complet. Membrele îi sunt palmate și sub numeroșii săi solzi ascuți de pe spate se află plăci osoase dure care sunt de origine dermică și acționează precum o armură naturală împotriva mușcăturilor altor crocodilieni. Te-ai aștepta să-l vezi într-o mlaștină din Jurasic, însă iată-l acum aici, în Paleocen.

Totuși, nu ar fi corect să numim acest animal o fosilă vie. Crocodilii au o istorie îndelungată și diversă chiar și pe parcursul Mezozoicului. Primii crocodili, aparținând cladei Pseudosuchia, erau viețuitoare terestre. Alergau pe uscat și erau în competiție cu primii dinozauri pentru a obține dominația. După ce au fost decimați în urma extincției de la finalul Triasicului, unii dintre supraviețuitori au devenit mai mici și mai similari cu mamiferele – ba chiar și-au dezvoltat dentiții diferite pentru anumite prăzi –, în timp ce alții s-au adaptat la viața marină și încă mulți alții s-au orientat spre o existență de vânători semiacvatici. Dinozaurii erau necruțători, oferindu-le rareori celor din clada Pseudosuchia o șansă de a câștiga mult teren în lumea din Jurasic, dar un crocodil care trăia în urmă cu 235 de milioane de ani avea cu totul alte caracteristici față de unul care trăia acum 66 de milioane. Când asteroidul a lovit Pământul, în unele colțuri de lume trăiau diferiți crocodili. De exemplu, în regiunea Americii de Sud, existau crocodili de uscat maiestuoși din familia Sebecidae care aveau dinți curbați și ascuți. Aceste carnivore ocupau aceeași nișă ca dinozaurii prădători de mărime medie, dar au pierit în urma evenimentelor de după impactul cosmic împreună cu majoritatea teropodelor.

Singurii crocodili care au supraviețuit au fost cei care erau legați de mediul acvatic.¹²⁴ Toate speciile de uscat au pierit, însă cele semiacvatice s-au descurcat mult mai bine. La fel ca în cazul dinozaurilor, numărul speciilor din această familie a fost redus drastic. Și lucrurile așa vor rămâne. În milioanele de ani care vor urma, vor apărea crocodili tereștri, iar unii dintre aceștia vor dezvolta chiar picioare de forma unor copite pentru a putea alerga mai repede după mamiferele din pădurile semitropicale pe care le vâneau. Dar, în general, speciile legate de mediul acvatic vor fi cele care vor transmite moștenirea crocodililor de-a lungul timpului.

De nenumărate ori, liniile evolutive de care vor aparține crocodilii supraviețuitori vor dezvolta caracteristici similare. Unii vor avea bot triunghiular de crocodil, alții bot rotunjit de aligator și mulți alții vor avea

maxilare lungi și înguste, cele mai potrivite pentru a prinde pești mici. Forma cutiei craniene este asociată cu dieta urmată, și diferite populații de crocodili vor trece în mod repetat de la o formă la alta de-a lungul timpului – astfel că se va ajunge la un număr mic de forme familiare. De aceea, crocodilienii, precum acest caiman din Paleocen, par să aibă forme ancestrale. Diferite viețuitoare au stat la pândă la marginea apei, pregătite să-i înhațe pe cei neatenți, de când primii amfibieni s-au târât pe țărmurile de odinioară. După ele, au urmat amfibienii care semănau cu aligatorii și prezentau multe adaptări similare. Când acele salamandre uriașe au dispărut, reptilele – animale vag similare cu crocodilii numite fitozauri – au ocupat acea nișă ecologică. Când au dispărut și fitozaurii, crocodilii s-au strecurat în apele de joasă adâncime, și de atunci au rămas acolo. Nu au nici un motiv să facă vreun salt evolutiv major. Animalele de pretutindeni au nevoie de apă. Crocodilienii se pot ascunde cu ușurință într-un iaz sau un pârau de câțiva zeci de centimetri adâncime, iar metabolismul lor lent le permite să supraviețuiască o perioadă lungă de timp pe baza unor mese relativ neregulate. Datorită circumstanțelor evolutive, au evitat cursa reptiliană către endotermie. Dacă poți să supraviețuiești cu puține resurse într-un mediu protejat de catastrofe, nu există prea multe motive de a face schimbări majore, în afara câtorva modificări adaptative sau pur fizice ce permit unui crocodil să lase în urmă o moștenire genetică mai mare. Crocodilienii nu așteaptă revenirea epocii reptilelor. Ei au descoperit întâmplător ceva care funcționează și nu au nici un motiv să-și dorească să părăsească zonele mlăștinoase.

O libelulă ce vânează nevertebrate zboară de-a lungul aceluiași mal al pârauului în care se odihnește crocodilul. Mișcările sale sunt haotice, cel puțin pentru ochii unei vertebrale, iar reptila nu pare să o observe. Dar o briză bruscă împinge insecta roșie spre stânga. *Cranț*. Crocodilul își încleștează maxilarele, îndepărtează într-o clipă insecta de pe dintele de care s-a lipit și înghite recompensa crocantă înainte de a-și lăsa bărbia în nisip. Astfel de reflexe nu pot fi controlate. În ciuda armurii sale dure, este un animal cu capacitate senzorială mare. Pe fălcile sale se găsesc protuberanțe aproape invizibile numite organe senzitive tegumentare. Uneori, pur și simplu așteaptă în apă, deschide gura, și un pește îi activează micii senzori; mușchii

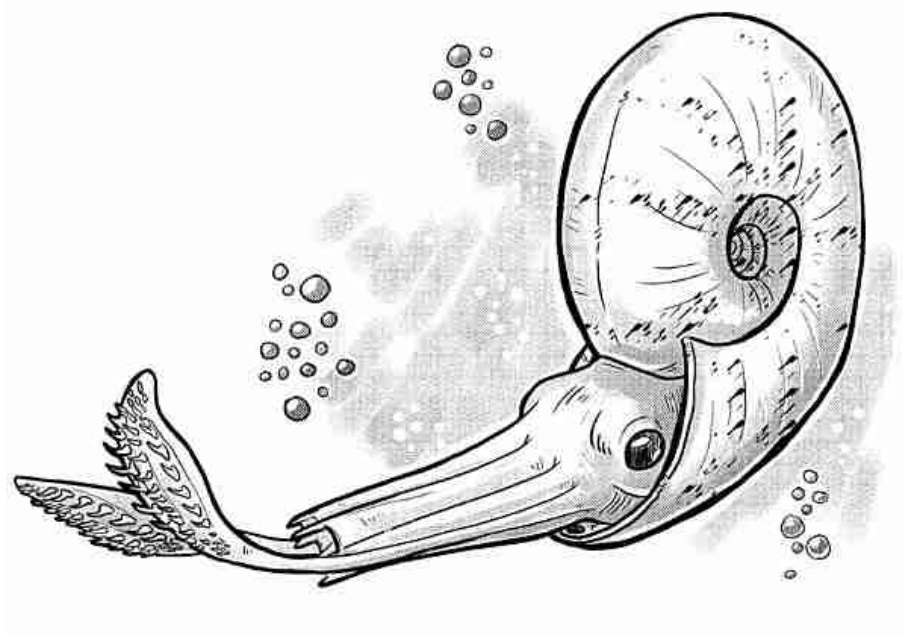
puternici de la nivelul capului determină închiderea fălcilor într-o fracțiune de secundă. Vânătoarea durează o clipă.

Acele protuberanțe de forma unor puncte nu sunt prezente doar la nivelul maxilarelor reptilei. Există câteva din loc în loc și pe părțile laterale ale corpului. Într-o zi ca asta, crocodilii simt schimbările de la nivelul apei – schimbările de presiune care pot indica mișcare. Însă în sezonul de împerechere simțul tactil devine foarte important pentru aceste specii. Împerecherea este precedată de curtare, iar curtarea presupune ca doi crocodili să alunece unul pe lângă celălalt, să se împingă unul în celălalt. Este un scenariu romantic reptilian care a fost urmat în fiecare sezon de împerechere timp de milioane de ani, un ritual neașteptat, posibil datorită adaptărilor la o viață semiacvatică.

Pădurea începe să devină tot mai tăcută pe măsură ce soarele urcă mai sus pe cer. Speciile nocturne dorm acum. Multe dintre speciile diurne caută un loc umbros unde să se adăpostească de cea mai călduroasă parte a zilei. Este cald din nou, mai cald decât a fost în ultimele zile în Hell Creek înainte de impactul cosmic. Însă nu este acea căldură letală care a pârlolit totul în jur, din zilele de după impactul cosmic, ci începutul unor noi schimbări climatice care se vor amplifica în următorii nouă milioane de ani. Compușii care au fost formați în urma impactului cosmic și care au reflectat lumina solară, declanșând instalarea iernii, s-au risipit în mare parte din atmosferă acum, iar particulele de dioxid de carbon, metan și alte gaze cu efect de seră – unele emise recent de erupțiile constante din regiunea Capcanele Deccan – au început să rețină și mai multă căldură. Până la finalul Paleocenului, nu va mai exista nici o calotă glaciară pe planetă, iar crocodilienii vor înota prin mlaștinile pline cu arbori de *Metasequoia*, aflate doar la o aruncătură de băț de Polul Nord.

Nu există nici un moment în timp în care putem spune că viața și-a revenit complet. Nu vor mai exista vreodată viețuitoare la fel de mari și de prolifiche precum dinozaurii non-aviari. Mamiferele nu pot crește atât de mari, nu doar din cauza constrângerilor fizice, ci și pentru că majoritatea au renunțat la oviparitate. O varietate mai redusă de dimensiuni corporale poate însemna mai puține roluri ecologice de îndeplinit. Viața nu va mai fi niciodată la fel. Chiar și așa, viața se dezvoltă acum pentru prima dată în noi crevase, în noi

crăpături; diversitatea speciilor de pe planetă – per total – este totuși în creștere. La urma urmei, dezvoltarea este un semn al vieții, iar Pământul este din nou cât se poate de viu.



În altă parte Undeva în Oceanul Atlantic preistoric

Particula este una dintr-o infinitate de mici puncte care plutesc prin marea albastră. Acest organism este un alt mic fragment din planctonul din ocean care își revine încet de pe urma dezastrelor provocate de extincția în masă. Dar acest punct se diferențiază printr-o tragică unicitate față de toate celelalte mici plante și animale care plutesc pe suprafața oceanului. Este unul dintre ultimii amoniți.

Privit de aproape, acest punct oceanic este un cefalopod miniatural atât de complex, încât până și cei mai mari artiști ar fi impresionați de natura delicată a ceva atât de mic și atât de plin de potențial. Este un mic *Pachydiscus*, care a fost cândva una dintre cele mai prolifiche genuri de amoniți din întreaga lume.^{[125](#)}

Amoniții sunt înrudiți cu calamarul, având o înfățișare similară cu nautilii. Aparțin însă unei subclase complet diferite, amonoidele, o linie evolutivă

desprinsă din clasa cefalopodelor care a apărut cam în același timp în care primii dinozauri cutreierau uscatul. Au fost un succes evolutiv. În orice ocean se pot găsi cochilii spirale, căci amoniții erau practic nevertebratele care constituiau „coloana vertebrală” a ecosistemelor marine. Cel mai mic putea să stea bine mersi pe unghia degetului tău mic. Cei mai mari depășeau în dimensiune o mașină compactă, de familie. Unii aveau cochilii simple, cu suprafața netedă. Alte cochilii prezentau creștături. Unele aveau modele de suturi fractale dictate de regulile matematice ale biologiei. Cu toate acestea, mulți amoniți aveau cochilii care nu erau spirale și care luaseră, în schimb, forme ciudate de trompetă. Erau atât de prolifici și se adaptau atât de repede, încât paleontologii aveau să-i folosească într-o zi ca biomarkeri pentru a compara straturi de rocă din întreaga lume: unele specii apar într-un mic interval de timp, dar pot fi găsite în atât de multe locuri, încât aproximarea vârstei unui anumit strat de rocă nu este întotdeauna o chestiune care ține de geologie, ci de compararea moluștelor identificate pe cuprinsul planetei. Amoniții supraviețuiseră cel puțin unei extincții în masă și câtorva alte perturbări minore, astfel că locul lor în mări și oceane părea să fie asigurat.

Dar acum au mai rămas puțini. Micuțul amonit plutește într-o mare care este vastă și misterioasă la fel cum este spațiul cosmic pentru noi. Pare o versiune extrem de mică a unui adult. Amoniții ajunși la maturitate produceau vaste cantități de larve care deveneau parte din planctonul oceanului. Acești amoniți nedevelopați par niște adulți miniaturali, brațele lor precum niște mlădițe atârând din cochilii simple și răsucite. În timp, un amonit norocos își va dezvolta și mai mult cochilia pe măsură ce va îmbătrâni. Este versiunea cefalopodică a achiziționării unei colibe cu o cameră pe care o extinzi treptat, corpul moale al amonitului locuind în cea mai nouă și mai mare încăpere ce crește în jurul vechii structuri. Valvele goale sunt esențiale pentru a pluti deasupra apei sau pentru a se scufunda atunci când o impun circumstanțele; păstrarea gazelor în aceste încăperi și eliminarea lor le permit amoniților o formă stângace de deplasare. Duritatea cochiliei lor era suficientă pentru a-i proteja de orice lovitură puternică neașteptată.

Dar această larvă nu este atât de norocoasă. Este ceva în neregulă cu cochilia ei, care pare să se lege într-un mod ciudat odată cu mișcarea apei. De aproape, încăperile mici și mai vechi ale cochiliei au găuri în ele ca și cum

cineva le-ar fi frecat de ceva dur sau le-ar fi șlefuit cu glaspapir. Acestea nu sunt urme ale unei mușcături sau ale vreunei boli. Nu există nici un semn de infecție sau vreun țesut moale afectat. Cochilia a fost mâncată; mâncată chiar de ocean.

Oricât de catastrofale au fost efectele imediate ale prăbușirii asteroidului, evenimentul a declanșat acumularea lentă a unor schimbări care au fost la fel de letale în alte moduri. Cataclismul nu se rezuma doar la incendiile declanșate. Cantități vaste de dioxid de carbon au fost eliberate în atmosferă și apoi absorbite de oceane. Un efect secundar al acestui lucru este faptul că pH-ul oceanelor a scăzut. Apele nu au devenit o supă sulfurică clocotitoare. Schimbarea nu este vizibilă pentru locuitorii din mări și oceane. Dar efectele produse de acidificarea oceanelor sunt clare. Organisme precum amoniți, scoici uriașe denumite rudiști și multe altele se străduiesc să secrete cochiliile într-un mediu care tinde constant să descompună aceleași materiale organice. Amoniții nedezvoltați nu pot să-și secrete cochiliile în mod corespunzător. Cei care nu pier în stadiul larvar devin o pradă ușoară și prădători ineficienți, întrucât cochiliile acestora sunt pline de găuri.

Amoniții nu sunt conștienți de aceste schimbări. Înoată, se hrănesc și se reproduc așa cum au făcut-o dintotdeauna. În momentul impactului, erau răspândiți de-a lungul întregii lumii, găsimu-se în toate oceanele. Ar fi trebuit să nu ajungă la extincție. Existența unei vaste varietăți poate oferi un avantaj datorită căruia unele populații vor găsi undeva un loc sigur, un refugiu în care ar putea să se dezvolte în continuare, chiar dacă rudele lor se confruntă cu dificultăți. Dar pentru amoniți nu există nici o astfel de protecție. Acum, cu fiecare generație, numărul lor scade.



10. După un milion de ani de la impact

Noaptea nu au mai fost niciodată la fel de când domnia dinozaurilor non-aviari a luat sfârșit.

În schimb, dinozaurii aviari cu pene pot să fie auziți în continuare în pădurile întunecate. Note joase precum niște urlete prelungi anunță sosirea nopții. Sunt păsările nocturne care se strigă și-și răspund reciproc, un mic joc de ping-pong ce le permite tuturor celor care nu se văd în întuneric să știe unde sunt ceilalți și până unde se întind granițele invizibile ale acestui teritoriu.

Zgomotul intermitent nu este decât o simplă distragere a atenției pentru *Eoconodon* care scurmă prin liziera pădurii.¹²⁶ Păsările stau cocoțate pe crengile de sus, și acest omnivor de mărimea unui ciobănesc german nu poate ajunge la ele, fiindcă îi lipsesc ghearele necesare pentru a se cățăra în copaci. Cu botul în pământ, adulmecând atent cu fiecare pas scurt pe care îl face, mamiferul speră să găsească pe undeva vreo gustare târzie.

Spre deosebire de carnivorele din Cretacicul Superior, *Eoconodon* nu i-ar ajunge nici pe o măsea unui tiranozaur. Chiar și cel mai mare exemplar dintre aceste tetrapode cântărește abia 36 de kilograme atunci când are blana udă – un lucru frecvent întâlnit în pădurile cu climă tropicală. Dar vremea tiranozaurilor a apus demult, ca să nu-i mai menționăm și pe hadrozauri, dinozaurii cu coarne, ankylozauri, raptori și toate celelalte șopârle uriașe înfricoșătoare. Păsările care ciripesc sunt tot ce a mai rămas din dinastia dinozaurilor. Acum *Eoconodon* este cel mai mare mamifer carnivor. Singurele carnivore care îl întrec în dimensiune sunt crocodilienii ce se scaldă pe malurile râurilor și stau nemișcați în apa de culoarea ceaiului, așteptând răbdători momentul potrivit pentru a prinde între fălci prada neatentă.

Mamifere precum *Eoconodon* nu au existat acum un milion de ani. Și nici nu vor mai fi multă vreme pe Pământ după momentul în care acest vânător îndesat își va croi drum prin stratul de arbuști sub clar de Lună. *Eoconodon* face parte din familia Mesonychidae, un grup de mamifere care vor ajunge să fie cunoscute drept „lupi cu copite“. În cazul acestor animale cu dinți ascuțiți, labele picioarelor nu prezintă acele pernțe necesare pentru alergarea de duranță, ceea ce vor putea ulterior să facă lupii autentici, și nici acele gheare curbate și retractabile pentru a înhăța prada ca în cazul pisicilor. În schimb, picioarele lui *Eoconodon* sunt mărginite de niște protuberanțe tocite și acoperite de cheratină care îi oferă stabilitate pe solul mocirlos al pădurii.

Dar mușcătura lui *Eoconodon* este mai puternică decât ar putea sugera aspectul său drăguț și bondoc. Maxilarele mamiferului sunt lungi și similare cu cele ale câinelui, prezentând canini mari și conici. Aceasta nu este o nouă adaptare în rândul mamiferelor – mamiferele au prezentat dinți diferențiați încă din momentul apariției lor, în urmă cu peste 150 de milioane de ani –, însă *Eoconodon* este unul dintre primii la care aceste „arme“ dentare vor cunoaște o transformare extremă. Fără dinozaurii uriași care să stăpânească uscatul și să mențină mamiferele la dimensiuni reduse, micii omnivori pot să devină tot mari și încep să se hrănească astfel cu o varietate de surse de hrană, inclusiv cu alte mamifere. Nișa pentru prădători este mare, iar *Eoconodon* este unul dintre primii care o vor ocupa. Și, făcând acest lucru, linia evolutivă a mamiferelor tot mai mari din care se trage și *Eoconodon* pune mai presus forța maxilarelor decât dezvoltarea creierului.

Din afară, *Eoconodon* se aseamănă cu un animal rezultat din împerecherea unui câine și a unui raton. Terminată cu un bot ascuțit, cutia craniană a mamiferului se lărgeste spre articulația dintre maxilare. Dar, dacă ne-am putea uita sub stratul de piele de la nivelul capului, am descoperi că mușchii ocupă mai mult spațiu decât creierul. În cazul lui *Eoconodon*, precum și al tuturor mamiferelor din Paleocen, creierul este relativ mic. Centrul de control neuronal al corpului este înghesuit într-o mică zonă delimitată de oase, în spatele ochilor. Cu alte cuvinte, o pisică domestică modernă ar putea să-l depășească în inteligență cu ușurință pe *Eoconodon*. Însă ceea ce contează mai mult în această perioadă și în acest loc este puterea maxilarelor de a sfărâma hrana. Oasele zigomatice ale lui *Eoconodon* sunt puternic evidențiate la nivelul fălcilor, iar în acea cutie craniană mică se creează două orificii pentru trecerea mușchilor necesari închiderii maxilarelor. Acestea sunt aperturile pentru mușchii maseteri, flexori și extensori, care permit dezmembrarea prăzii și sfărâmarea oaselor cu ajutorul molarilor. Chiar dacă dentiția lui *Eoconodon* nu prezintă unele specializări ale carnivorelor de mai târziu – precum capacitatea de a mărunți prada, ca în cazul pisicilor și al câinilor de mai târziu – mamiferul este, cu siguranță, capabil să-și sfarme între dinți majoritatea prăzilor.

Dar chiar și marilor carnivore din Mezozoic le-au trebuit milioane de ani pentru a evolua. Prin urmare, este de înțeles evoluția lentă a lui *Eoconodon*, ținând cont că, în urmă cu doar jumătate de milion de ani, strămoșii săi cutreierau pădurile din Cretacic în căutare de insecte și șopârle, încercând să nu ajungă în ghearele ascuțite ale raptorilor sau între fălcile puternice ale micilor tiranozauri. Acest mamifer este un animal uimitor care, fără să știe, face parte din continuumul evoluției. Unele dintre caracteristicile sale sunt rămășițe. Pe lângă dinții care pot să mestece carnea, chiar dacă nu sunt adaptați special pentru asta, urechile lui *Eoconodon* sunt rotunde și mici. Acest mamifer nu are urechile lungi și ascuțite ale câinilor și pisicilor de mai târziu, urechi care vor ajuta aceste carnivore să-și localizeze prada. În schimb, la fel ca strămoșii săi, *Eoconodon* se concentrează mai mult asupra mirosului. Bulbul olfactiv din partea frontală a creierului acestui mamifer este mai mare decât restul structurilor, un centru de procesare pentru toate mirosurile fine care lasă urme prin jungla umedă, căminul acestui mamifer. Tot ce trebuie să

facă *Eoconodon* este să se ia după miros.

Însă în această noapte îi este greu să găsească o pradă potrivită. *Eoconodon* se îndreaptă către liziera pădurii și apoi cotește ca să urmeze cursul pârâului liniștit care traversează pădurea. Lumina argintie a Lunii se reflectă de pe spatele ud al unei țestoase cu carapace moale din familia Trionychidae. Ar putea fi o pradă ușoară, dar în întuneric *Eoconodon* riscă să dea peste un crocodil care stă la pândă. Chiar și unul mic poate să-i lase o rană urâtă și gravă. Mamiferul continuă să meargă, adulmecând aerul cu botul său umed în speranța de a depista mirosul pătrunzător al vreunui mamifer sau poate al vreunui leș care se descompune pe liziera pădurii.

În timp ce mamiferul înfometat se deplasează greoi, căutarea sa începe să devină din ce în ce mai frustrantă. *Eoconodon* poate simți pe unde a trecut prada, dar fiecare urmă se dovedește a fi o pistă falsă. Urma promițătoare a unui *Carsioptychus* – un mamifer de dimensiuni similare care preferă să se hrănească cu frunze în loc de carne – îl conduce la nimic altceva decât o grămăjoară de crenguțe și frunze mâncate pe jumătate. Mirosul leșului unei țestoase de râu îl conduce doar la urmele lăsate de un alt *Eoconodon*. Hoinarul flămând se apleacă deasupra aceluși loc, ridică coada și se freacă de solul nisipos. Ar avea mai mult noroc dacă un alt *Eoconodon* ar sta deoparte.

O briză caldă, de noapte, bate pentru o clipă, împrăștiind frunzele și mișcând crengile. Ceva care se află deasupra capului său îi atrage atenția. De pe o creangă joasă atârână niște păstăi lungi și subțiri, precum niște mici paranteze botanice atașate de crengi acoperite de frunze similare cu frondele ferigilor. Însă acestea miros cumva diferit. Femela de *Eoconodon* nu este dispusă să-și suplimenteze dieta cu frunze, căci majoritatea plantelor nu sunt la fel de gustoase precum o îmbucătură din carnea unui *Crasioptychus*. Dar aceste păstăi o determină să facă un pas în spate, să se împingă în membrele anterioare și să se ridice, sprijinindu-se pe membrele posterioare și pe coadă, pentru a înhăța o păstaie.

Păstaia în sine nu este deloc atrăgătoare. Este dură și ațoasă, fibroasă și fără un gust prea plăcut. Dar înăuntru se află o recompensă. Niște biluțe ferme și moi ce amintesc cumva de carne. Se ridică să mai ia una, iar de data aceasta trage în jos păstaia în timp ce o rupe violent pentru a ajunge la biluțele gustoase dinăuntru. La fel ca familia Mesonychidae, din care

mamiferul nostru face parte, această plantă este o formă nouă de viață pe Pământ. Este una dintre primele leguminoase – o specie primitivă de fasole.

Ca alte forme de viață, plantele au fost la rândul lor afectate de dezastrul de la finalul Cretacicului. Oricât de trainice și permanente ar părea, plantele s-au chinuit să supraviețuiască incendiilor și întinericului prelungit care a urmat. Catastrofa a fost o resetare atât pentru mamifere, cât și pentru păduri, iar acum angiospermele au un avantaj. Timp de milioane de ani, plantele cu flori au luptat împotriva dominației exercitate de conifere și de rudele lor. Fiecare petic de pământ liber din pădurile mezozoice era disputat, căci totul, de la lumina solară până la substanțele nutritive din sol, influența care specii aveau să domine. Însă odată cu ascendența evolutivă a plantelor cu flori, scena este pregătită pentru apariția leguminoaselor.

Nu toate plantele sunt la fel de nutritive. Unele sunt dure și fibroase și nu foarte hrănitoare. Altele sunt dulci și conțin o cantitate mare de glucoză, însă nu pot susține complet existența unor specii precum *Eoconodon*. Iar plantele dezvoltă adesea mecanisme de apărare – sevă usturătoare, peri ascuțiți și frunze bogate în dioxid de siliciu care poate duce la deteriorarea dentiției în mod rapid – ca să nu mai fie smulse de viețuitoarele înfometate. Unele plante sunt hrănitoare, altele sunt iritante. Mamiferele trebuie să aleagă cu grijă, ca să nu se trezească astfel cu dureri de stomac din cauza unor frunze iritante, nedigerabile.

Eoconodon a făcut o alegere înțeleaptă. Boabele din interiorul păstăii dure au o cantitate de proteină de nouă ori mai mare decât smocurile de iarbă care cresc pe malul pâraului. Nu că mamiferul ar ști acest lucru sau ar avea vreo cunoștință despre valoarea nutritivă a hranei. Pur și simplu, boabele au un gust bun. Însă faptul că această plantă crește aici, acum, este un semn bun pentru viitorul mamiferelor, un indiciu a ceea ce va urma.

Să fii un animal mare nu este ceva ușor. Constrângeri, adaptări și problema de a găsi hrană potrivită – toate acestea joacă un rol. În timpul perioadei de apogeu a dinozaurilor, viețuitoarele cu adevărat mari și care ajungeau la niște dimensiuni uluitoare se bazau pe câțiva factori. Toți dinozaurii depuneau ouă și aveau dimensiuni reduse la naștere. Prin faptul că gestația avea loc în mediul extern și astfel dinozaurii nu ajungeau să poarte în pânțe embrioni care să crească în dimensiune, limitările privitoare la dimensiuni nu erau

influențate de procesul de reproducere. În plus, mulți dintre cei mai mari dinozauri aveau oase ușoare – rețele bazate pe saci de aer extinzându-se precum niște rădăcini din sistemul lor respirator, ceea ce făcea ca oasele să fie ușoare fără ca forța să fie redusă. Și speciile cele mai mari – erbivore care aveau o lungime de peste 30 de metri și cântăreau peste 70 de tone – au dezvoltat gât lung prevăzut în vârf cu un cap care acționa ca niște foarfeci de grădină, toaletând vegetația care era înghițită întreagă și era procesată în stomac și în intestine. Tot acest echipament anatomic era important în epoca dinainte ca angiospermele să devină larg răspândite. Plantele cu flori au apărut la multă vreme după ce apăruseră dinozaurii – în cea mai mare parte din Mezozoic, majoritatea surselor de hrană vegetală erau ferigile, coniferele și cicadeele, care nu conțineau tocmai cel mai mare aport caloric. Erbivorele uriașe trebuiau să mănânce întruna ca să supraviețuiască, iar carnea lor să fie consumată de carnivore care deveneau, la rândul lor, tot mai mari.

Eoconodon, rudele și urmașii săi nu pot urma aceeași cale. Evoluția va trebui să se desfășoare într-o altă manieră. Deși câteva specii de mamifere – monotremele – încă depun ouă, acestea sunt trăsături evolutive primitive care s-au păstrat de acum zeci de milioane de ani. Mamiferele marsupiale care erau cândva dominante au fost, de asemenea, afectate grav de extincția în masă și vor rămâne mai puține specii care își vor purta puii în marsupiu. Acesta este momentul în care puii mamiferelor placentare precum *Eoconodon* se vor dezvolta în interiorul corpului mamei până la finalul sarcinii. Deși mamiferele terestre nu vor ajunge la cele mai mari dimensiuni pentru încă 40 de milioane de ani, gestația internă va stabili un prag mai scăzut al dimensiunilor pe care le vor atinge mamiferele în cele din urmă. Pentru a deveni tot mai mari, mamiferele placentare trebuie să poarte în pânțe pui care vor crește, ceea ce presupune o gestație mai lungă, existând astfel mai multe riscuri ca ceva să nu decurgă cum trebuie în timpul acestui proces. Puii sunt feriți și în siguranță, dar un corp mai mare înseamnă și pui mai mari.¹²⁷

Orice corp mare se încălzește. *Eoconodon* și rudele sale mamifere sunt animale endoterme. Își păstrează o temperatură a corpului constantă și ridicată generată din interior. Mamiferele nu trebuie să stea întinse la soare ca să se încălzească în fiecare dimineață precum crocodilii sau micile șopârle crocante pe care le prinde uneori *Eoconodon*. Mamiferele sunt mereu rapide,

mereu pregătite, dar menținerea unei stări active atât de intense cere mai multă energie. Nu va fi suficient să consume pur și simplu orice plante găsesc în proximitatea lor. Mamiferele au nevoie de hrană bogată în calorii care să le ofere cât mai multe substanțe nutritive și trebuie să o procure în fiecare zi. Poate că îmbuibarea cu mâncare funcționează în cazul unor specii precum *Eoconodon* pentru o zi sau două, dar energia se duce repede. Fără suficiente plante în mediul înconjurător, șansele de a crește mai mari vor rămâne reduse.

De aceea, apariția speciilor de fasole, care sunt simple și nepretențioase, este atât de importantă. Fasolea oferă energie pentru mișcare, reproducere și dezvoltare. Viața tuturor animalelor de pe Pământ se datorează generozității plantelor.

Chiar și insectele se bucură de recompensele oferite de pădurile paleocenice. Multe dintre frunzele din acest petic de zonă împădurită cu climă caldă prezintă mici găuri de forma unor bucle – semnul distinctiv al insectelor minatoare. Insectele care își încep viața în acest fel – numeroase specii de diptere și coleoptere – au fost puternic afectate de devastarea pădurilor cretacice și de iarna lungă care a urmat după impactul cosmic. Deși nu a existat o extincție la scară largă a artropodelor, speciile care depindeau de anumite plante au pierit. Dar evoluția insectelor are obiceiul de a se repeta. Chiar dacă au pierit multe dintre speciile de insecte care se bazau pe anumite plante pentru dezvoltarea larvelor, în locul lor au apărut altele noi.

O astfel de larvă se ocupă acum de o frunză a unui platan, croindu-și drum treptat printr-una dintre foliolele late și cu nervuri în timp ce se hrănește.¹²⁸ Dacă această insectă este suficient de norocoasă pentru a supraviețui, își va țese, în cele din urmă, un cocon din fire de mătase în care se va transforma în pupă și apoi va deveni fluture – o insectă zburătoare cu un conținut bogat în grăsimi pe care mamiferele mici ale pădurii o vor considera cel mai probabil o gustare sățioasă, însă cu un gust cumva sec. Însă, pentru moment, micuța omidă mănâncă din frunză, creând linii groase și ondulate de-a lungul marginii unei nervuri și așezându-se la adăpost între straturile protectoare ale frunzei. Nu este un mecanism de apărare perfect. Viespile parazitoide pot să descopere omida și să-și injecteze ouăle în corpul ei. Larvele viespii vor crește, își vor omorî gazda și, în cele din urmă, vor ieși din aceasta înainte de a avea șansa să-și părăsească culcușul. Dar, oricât de oribil ar părea, este un

alt semn că lumea își revine rapid de pe urma distrugerilor provocate acum un milion de ani. Larva de fluture nu este unul dintre supraviețuitorii din Cretacic, ci o nouă specie care a apărut în Paleocen. Viespea poate la rândul său supraviețui atâta timp cât există larve ale insectelor minatoare pe care să le paraziteze. Toate componentele ecosistemului – platanul, insecta minatoare, viespea – sunt interconectate, reconstruind relațiile complexe de interdependență care au fost distruse atunci când asteroidul a lovit Pământul.

Desigur, *Eoconodon* nu observă prezența micuței insecte minatoare care se află deasupra capului ei. Se gândește cum să-și umple propriul stomac, chiar dacă plantele nu sunt la fel de sățioase precum carnea proaspătă. Nu după multă vreme, *Eoconodon* se satură. Linge ultima păstaie în care acum nu mai sunt boabe, sperând la o ultimă fărâmbă. Nu a fost la fel de gustos precum o bucată de carne proaspătă, dar este de ajuns; și cel puțin păstăile nu fug. Cu o întindere amplă, se lasă pe spate și cascade gura larg, în timp ce ridică nasul flexibil pentru a-și arăta caninii mari și conici. Undeva, în apropiere, departe de acei dinți, un mic mamifer scoate un chițait – un semnal de alarmă.

Eoconodon privește în sus. Acolo, cocoțată pe o mică ramură care se balansează din cauza agitației sale, se află o mică viețuitoare care pare să fie rezultată în urma unei împerecheri între un chițcan și o veveriță – *Purgatorius*.¹²⁹ Micuțul mamifer scoate un alt chițait, de data aceasta mai prelung, iar semnalul de alarmă este repetat de un alt *Purgatorius* care nu se vede în pădurea întunecată a nopții. *Eoconodon* pufnește și se îndepărtează de animalul agitat. Acel ghem de blană se află prea departe pentru a-l putea înhăța, ceea ce face ca chițăitul său persistent și bătaia cozii sale în ramurile copacilor să pară o reacție exagerată pentru carnivorul aflat la sol.

Pufnind încă o dată și scuturându-și capul lat și pufos, *Eoconodon* o ia din loc. Noaptea începe să capete nuanțe de gri și albastru. În curând va veni dimineața, prin urmare este un moment bun să tragă un pui de somn. Dar *Purgatorius* nu se gândește să doarmă. Are alte lucruri de făcut. După alte câteva bătaii din coadă, coboară înapoi pe trunchiul copacului și se strecoară înăuntru. Bun, sunt încă aici: două punctulețe acoperite de blană subțire – puii ei. Îi adulmecă, îi spală și se întinde lângă ei, cu abdomenul ei moale și cald, cuprinzându-și copiii covrigiți. Cu toții sunt o nouă specie în această lume: primate.

Cele dintâi primat nu au așteptat ca specii precum tiranozaurul și torozaurul să părăsească scena evolutivă. Acum aproximativ 67 de milioane de ani, când epoca dinozaurilor nu părea că va mai apune, un nou tip de mamifere au început să sară printre copaci. Arătau cumva similar cu un chițcan de copac (*Tupaia glis*) – aveau o coadă lungă și stufoasă, un bot ascuțit echipat cu dinți adaptați pentru a prinde insecte și a mesteca fructe, membre dotate cu gheare cu care puteau să-și ia avânt și să se prindă de scoarța copacilor. Acestea erau primele exemplare de *Purgatorius*, mici viețuitoare care trăiau în coroanele copacilor și cele dintâi primat care au existat pe Pământ.

Ar fi putut să piară cu ușurință în cataclismul provocat de asteroid. Viața lui *Purgatorius* era legată de copaci. Micuțele primat aveau nevoie de scoruri în care să doarmă, de fructe cu care să se hrănească și de insectele care se ascundeau printre frunzele și crengile copacilor. Din casele lor nu mai rămăsese nimic, după ce planeta s-a transformat într-un cuptor încins, iar incendiile de vegetație au distrus mare parte din ce a mai rămas. Mulți din ei au murit. Dar au supraviețuit suficienți pentru a continua să se reproducă, să caute hrană printre rămășițele vechii lumi. Deși mărețul alamozaur și vicleanul atrociraptor au pierit, *Purgatorius* a reușit cumva să supraviețuiască.

Micuța primată nu este o maimuță. *Purgatorius* nu are un deget mare opozabil. Micuța primată nu este nici deosebit de inteligentă în comparație cu alte mamifere din vremea ei. Dacă ne uităm la *Purgatorius*, fără să știm ce va urma, am putea crede că nu este decât un mic animal insectivor agitat, la fel ca multe altele care au fost înaintea ei și care vor urma. Dar avem privilegiul de a ști mai multe de atât. Ferită și la adăpost alături de puii ei, este unul dintre cei mai vechi membri ai grupului Plesiadapiformes – primat similare unor veverițe care au început să populeze coroanele copacilor așa cum *Eoconodon* și *Carsioptychus* și-au stabilit căminul pe covorul de vegetație al pădurii.

Purgatorius nu prezintă nici o însușire care să explice de ce povestea sa va deveni importantă în timp. Mamiferele mici trăiau în copaci și se hrăneau cu insecte de milioane de ani. Cu dinozaurii mari de la sol, copacii au fost un refugiu relativ – sau cel puțin un loc plin de scoruri în care se puteau

ascunde și care oferea căi de scăpare pe care nici dinozaurii cu pene nu se încumetau să le parcurgă. *Purgatorius* era un alt supraviețuitor din epoca dinozaurilor care a reușit să-și păstreze habitatul în următorul mare capitol al poveștii vieții. Este un mamifer care se află în locul potrivit și la momentul potrivit, care se confruntă cu o competiție redusă pentru bunătățile crocante și dulci din copaci. Și le poate mânca pe toate. Nu este specializată să consume doar un tip de insecte sau de fructe. Are un metabolism rapid. Trebuie să mănânce mai des decât *Eoconodon*, mai ales că are doi pui care sunt mereu înfometăți și au nevoie de lapte matern. Mănâncă ce poate, transformând totul în energia de care are nevoie.

Dar această lume paleocenică nu este nicidecum un paradis. Încă mai există amenințări. Deși nu trebuie să-și facă griji în privința lui *Eoconodon*, *Purgatorius* fusese anterior trezită de niște ochi mari și strălucitori și un cioc fără dinți vârât în vizuina sa. Șopârlele și șerpii care trec neobservați de mamiferele mai mari ajung uneori în fața vizuinii sale. Dar sunt suficiente câteva strigăte de alarmă și mușcături rapide în pielea lor solzoasă pentru a-i pune repede pe fugă. Pentru a supraviețui trebuie să fie vigilentă, iar asta le poate transmite puilor ei. Aceștia nu vor rămâne cu ea pentru prea mult timp. Atunci când sunt suficient de dezvoltăți pentru a-și putea procura singuri hrana, îi va alunga din vizuină, așa cum a făcut și cu puii anteriori. Nu o face din resentiment, pur și simplu asta a învățat-o evoluția să facă – selecția naturală favorizează un parcurs care presupune că aceste primat se vor aventura departe de casă, se vor împerechea cu descendenți ai altor familii și vor crea un mix de gene care va fi supus mai departe schimbărilor de-a lungul generațiilor. Dar pentru moment ea este tot ceea ce au – sursa de căldură și de hrană pe care puii nu o pot găsi nicăieri în altă parte.

Însă, în acest moment, progresul mamiferelor nu este nicidecum garantat. Lumea își revine de pe urma impactului cosmic, devenind rapid planeta plină de viață și complexă de altădată. Însă, doar pentru că dinozaurii non-aviari și pterozaurii au fost eradicați, nu înseamnă că mamiferele se vor bucura neapărat de o dominație neperturbată. Multe reptile – de la țestoasele cu carapace moale până la păsările cu cioc – au supraviețuit și ar putea foarte bine să instaureze o a doua epocă a reptilelor. Învingătorii nu sunt aleși de extincțiile în masă. Nu există ideea de victorie în această pădure. Când un

dezastru global pune capăt unui dans evolutiv, schimbând ritmul, începe un altul în care nu se știe cine va conduce.

Dar o revenire spectaculoasă a reptilelor este improbabilă. Reptilele care au supraviețuit efectelor produse de impactul cosmic sunt foarte diferite de cele care au trăit în Triasic. Din multe puncte de vedere, sunt mult mai specializate și se confruntă cu anumite limitări care nu le vor permite să evolueze cu ușurință din nou în forme precum tiranozaurul, edmontozaurul sau alamozaurul. Deși reprezintă dinozaurii care au supraviețuit, păsările nu vor putea să recapete uluitoarea gamă de forme pe care le-au luat rudele lor pe parcursul Mezozoicului.

Toate păsările din această pădure, toate speciile care au supraviețuit, pot să zboare. Sunt ultimii supraviețuitori ai unui grup întreg de dinozauri înaripați care s-au remarcat prin ciocurile lor lipsite de dentiție, absența unei cozi și transformarea falangelor în aripi care nu pot să susțină gheare cu care să se prindă și să vâneze. Pentru a evolua în ceva similar cu rudele lor, păsările din această pădure ar trebui să treacă prin niște schimbări evolutive dramatice. În primul rând, unele păsări ar trebui să fie mai adaptate la mediul terestru, echipate să se deplaseze mai eficient pe uscat decât să zboare. Această schimbare se va petrece și va fi un pas înainte care să susțină apariția a ceva mai mic decât un tiranozaur. De asemenea, aceste păsări terestre vor trebui să crească în dimensiuni pentru a putea concura împotriva mamiferelor din vremea lor și pentru a-și putea proteja cuibul de prădători – o altă schimbare care se va produce în diferite locuri. Dar aici intervin condiționările impuse de anatomie și de habitat. Păsările și-au pierdut coada lungă și osoasă cu mult timp în urmă. Acest lucru reprezintă o barieră majoră de a redeveni în timp dinozaurii tetrapozi din Mezozoic, dat fiind cât de importantă este coada pentru echilibru și păstrare a direcției. Păsările nu vor dezvolta nici dentiție, nici gheare. Genele necesare pentru dezvoltarea acestor arme și caracteristici există în continuare, dar au fost inactivate de mutații și s-au degradat în timp. Nu există nici un întrerupător al evoluției care să le reactiveze. Unele păsări cu cioc vor dezvolta o oarecare dentiție și alte câteva specii își vor păstra ghearele pentru a se cățăra pe trunchiurile copacilor, însă nu vor mai dezvolta vreodată membre cu gheare precum cele ale raptorilor și fălci puternice precum cele ale tiranozaurilor. Când păsările vor crește în dimensiuni – mai

ales în locurile în care există puține mamifere terestre care le pot vâna – o vor face în felul lor și nu vor reveni la formele anterioare din Mezozoic.

Dar ce se întâmplă cu restul reptilelor, champsozaurii, șopârlele, șerpii, țestoasele și crocodilii? În timp, unii vor atinge niște dimensiuni uluitoare. După aproximativ cinci milioane de ani, în alte păduri paleocenice vor exista șerpi și crocodilieni care vor depăși nouă metri lungime – viețuitoare dependente de zone mlăștinoase. Însă acest lucru în sine face parte din secretul reușitei lor. Reptilele care au supraviețuit sunt specii ce puteau să se îngroape în pământ sau erau semiacvatice și în general ectoterme – temperatura lor corporală fiind determinată de mediul înconjurător. Pentru a deveni viețuitoare extrem de active, cu sânge cald, supraviețuitorii ar fi trebuit să treacă prin niște schimbări dramatice. De exemplu, în cazul dinozaurilor, faptul că strămoșii lor au devenit mai mici, se hrăneau cu insecte și erau acoperiți de pene era corelat cu metabolismul lor rapid, oferindu-le mai multe opțiuni evolutive odată ce competitorii lor au murit. Dar acum, chiar și după ce a trecut un milion de ani de la instaurarea epocii paleocenice, orice reptilă care ar trece prin astfel de transformări s-ar confrunta cu amenințări din partea mamiferelor cu sânge cald care deja s-au răspândit. Multe reptile au supraviețuit datorită modului lor de viață semiacvatic și ritmului lent, iar ca să concureze cu mamiferele ar trebui să treacă printr-o serie de schimbări care ar putea fi imposibile, ținând cont că pădurile sunt deja pline de mamifere. Unii crocodilieni vor trece totuși prin astfel de schimbări – devenind din nou prădători tereștri care se vor deplasa țațos pe membrele lor precum niște piloni, iar de sub fălci ivindu-se dinții ascuțiți precum niște cuțite –, dar, pe termen lung, acestea vor fi mai mult niște tendințe trecătoare în contextul răspândirii mamiferelor. Pentru a deveni piese centrale ale evoluției așa cum au fost dinozaurii non-aviari, păsările și reptilele semiacvatice ar avea nevoie de mai mulți pași evolutivi, însă mamiferele au ajuns în acest punct mai repede – așa cum s-a întâmplat și în cazul strămoșilor dinozaurilor atunci când sinapsidele au fost grav afectate.

Dar ar fi o greșeală să ne concentrăm doar asupra moștenirii lăsate de vertebratele supraviețuitoare. Aceste viețuitoare pot exista doar în anumite condiții de mediu. Răspândirea pădurilor – mai ales a plantelor cu flori – le-a oferit mamiferelor oportunități noi, fără precedent. Dezvoltarea lumii

cenozoice și tot ceea ce va prospera în ea se bazează pe fundația reprezentată de păduri.

Povestea începe cu mult timp înainte de extincția în masă din Cretacic-Paleogen, în timpul Cretacicului Inferior, când angiospermele erau nou apărute.¹³⁰ Plantele cu flori nu au existat încă de la apariția mamiferelor. Și chiar după ce au apărut în timpul Cretacicului Inferior, nu au fost atât de răspândite. De fapt, extincția în masă le-a permis plantelor cu flori să prolifereze cu adevărat. Și odată cu plantele cu flori au venit și insectele.

Mamiferele trebuie să fie recunoscătoare insectelor din cel puțin două motive. Primul este că mai multe insecte înseamnă mai multe surse de hrană. Insectele din Paleocen trec printr-un proces de diversificare evolutivă, fiind înlocuite specii dispărute și adaptându-se schimbărilor de la nivelul pădurii. Astfel, apar specii noi și încep să populeze lumea din nou. Acestea au propriile ecosisteme și interacțiuni complexe: dezvoltarea unor tipuri diferite de frunze a oferit noi oportunități pentru insectele erbivore, care au devenit hrană pentru insectele carnivore și astfel pentru mamifere. De fapt, ultimul strămoș comun al mamiferelor placentare avea cinci copii funcționale ale unei gene care determina sinteza unei enzime ce descompunea chitina, din care este alcătuit exoscheletul la insecte.¹³¹ Multe specii din Paleocen au moștenit acest lucru, pregătite să se înfrupte astfel cât mai mult din ospățul constituit din nevertebratele pe care le aveau la dispoziție. Iar multe dintre aceste mamifere pot să descompună rapid insecte datorită unui tip special de dinte care permite mărunțirea și sfărâmarea hranei.

Multe dintre mamiferele supraviețuitoare, în special cele placentare, au ceea ce se numește un molar tribosfenic. Este un termen complicat, însă are o explicație destul de simplă. Așa cum poți ghici după prefix, acest tip de molar este un dinte pentru mestecarea hranei și prezintă trei protuberanțe. (Dacă vrei să ajungem la detalii, aceste trei protuberanțe se numesc paracon, protocon și metacon.) Forma obișnuită de dinte care a apărut în cazul mamiferelor în timpul Mezozoicului prezenta o parte pentru mărunțit și o parte pentru sfărâmat hrana, astfel că mamiferele la care există acest tip de dinte au acces la diferite tipuri de hrană.

Este o formă diferită față de cea întâlnită la mamiferele primitive. Multituberculatele precum micuța *Mesodma* din vizuina ei subterană aveau

niște molari extrem de complecși. Dinții acesteia erau foarte buni pentru sfărâmat și măcinat, dar nu atât de buni pentru tăiat sau mărunțit – un lucru util atunci când te hrănești cu frunze sau cu mușchii altor viețuitoare. Alte mamifere primitive aveau ceea ce se numea molar simetodont, care este bun pentru mărunțit, dar nu atât de bun pentru sfărâmat. Alte tipuri de dinți ar fi putut evolua din oricare aceste variante, în condiții evolutive potrivite. Dar așa cum nici păsările nu puteau să recapete cu ușurință tronul ocupat de *T. rex* sau așa cum nici crocodilii nu puteau începe imediat să străbată din nou uscatul, tot așa și existența unui molar cu o singură funcție are nevoie de pași suplimentari pentru a căpăta alte roluri.

Poate că mamiferele cu molari dedicați mărunțirii hranei au avut parte de suficientă variație pentru ca unele exemplare să fie mai bune la sfărâmarea hranei, trăsătură care ar putea fi favorizată de selecția naturală de-a lungul timpului. Însă aceasta este o modificare desfășurată pe o perioadă lungă dacă e să facem comparație cu mamiferele care pot să mărunțească și să sfărâme hrana după bunul lor plac. Faptul că multe dintre mamiferele din Mezozoic care au supraviețuit și care proliferază acum în Paleocen au molari tribosfenici înseamnă că există în mod automat o gamă mai mare de forme ale dinților, comportamente, diete și alte obiceiuri legate de alimentație. Unele mamifere au ajuns să mărunțească mai bine carnea. Altele să tăie frunze. Altele să zdrobească semințe și alte alimente cu înveliș dur. Iar altele făceau câte puțin din fiecare. Ca să nu mai menționăm faptul că anumite forme de dinți sunt asociate cu diferite feluri de a mesteca. Spre deosebire de majoritatea dinozaurilor non-aviari, mamiferele pot să-și mestece hrana și să o reducă la bucăți foarte mici înainte de a o înghiți. Acest lucru presupune modificări în forma dinților, la nivelul maxilarelor și al mușchilor, care datează încă din Cretacicul Superior. Mai exact, unele dintre aceste mamifere cu dinți tricuspidali pot să-și miște maxilarul în așa fel încât să macine hrana – o capacitate esențială pentru a putea să mărunțească hrana vegetală, care le-a oferit erbivorelor și omnivorelor o modalitate mai eficientă de a-și obține substanțele nutritive și astfel posibilitatea de a ajunge la dimensiuni mai mari. Chiar dacă strămoșii mamiferelor din Paleocen au supraviețuit datorită norocului, trăsăturile pe care le-au transmis au fost importante și au condus la o serie de posibilități care ar fi fost mult mai dificil, dacă nu imposibil, de

reprodus de către dinozauri. O trăsătură străveche, care exista deja de milioane de ani, le-a oferit mamiferelor din Paleocen avantajul de care aveau nevoie. Fiind atât de bine echipate, mamiferele erau pregătite să profite de acea dezvoltare explozivă și fără precedent a pădurilor.

Până la evoluția angiospermelor, modul în care se reproduceau plantele se baza în mare parte pe noroc. Coniferele eliberau polen în aer, iar, dacă vântul era de partea lor, unele dintre particulele de polen de la un anumit arbore aveau să ajungă pe conurile femelă ale unui alt arbore, avea să se producă fecundația și apoi formarea semințelor. Plantele în sine nu erau niște participanți prea activi în acest proces. Însă nu după mult timp de la apariție, angiospermele au început să facă ceva diferit. Puteau să păcălească practic animalele – în special insectele – să depună efort pentru ele. Poate că nu e tocmai expresia cea mai potrivită. Plantele nu știau cum să facă asta, nu puseseră la cale nici un plan prin care să influențeze viața insectelor. Cu toate acestea, un parteneriat evolutiv între plante și insecte a început să se dezvolte. Plantele cu flori vor face ce știu ele mai bine – să înflorească –, iar insectele vor fi atrase de aceste flori în care se găsesc gameți de sex masculin și de sex feminin. Din pură întâmplare, angiospermele care aveau o anumită culoare sau un anumit miros puteau fi mai atrăgătoare. Așa că insectele aveau să viziteze mai mult aceste plante, astfel încât plantele ceva mai colorate și ceva mai parfumate vor avea șanse mai mari să-și transmită trăsăturile generațiilor următoare. Pur și simplu din întâmplare, plantele au început să-și facă reclamă. Iar acest lucru a adus o mulțime de noi posibilități pentru insecte: atrase de culori și de parfumuri, insectele vor crede că se aleg cu o masă bogată în nectar sau cu orice altă resursă, când, de fapt, adună polen și fecundează următoarea plantă din aceeași specie pe care vor poposi.

Fructul a jucat la rândul său un rol. Fructele reprezintă un alt eveniment întâmplător care a căpătat amploare. Inițial, fructele fuseseră create pentru a proteja semințele și a le oferi puțină energie sub formă de zaharide atunci când ajungeau pe sol. Dar insectele și în cele din urmă mamiferele au început să fie interesate și de acestea. Insectelor le prindeau bine fructele pentru a-și putea crește descendenții, la fel ca orice altă componentă dintr-o plantă. Pe de altă parte, mamiferele și păsările mâncau fructele gustoase, iar semințele erau apoi depozitate într-un soi de fertilizator, după care erau eliminate. Au

început să se dezvolte noi relații între organisme. De fapt, unele plante au început să beneficieze de pe urma acestui tip de consum, așa că cele cu fructe mai dulci și mai puțin deranjante pentru stomac au început să se răspândească (deși erau destule care și-au păstrat caracterul toxic și gustul neplăcut, nu aveau nevoie de ajutor din partea animalelor).

În timp, au apărut extrem de multe surse de hrană. Existau noi plante care produceau o varietate de fructe ce nu existaseră până atunci. Existau noi specii de insecte a căror viață era legată de aceste plante, resurse nutritive în adevăratul sens al cuvântului. Diversitatea a produs și mai multă diversitate, fiecare specie influențând câte puțin altele din habitatul său.

Nici o specie nu este izolată. Nici o specie nu este autosuficientă. Specia este o expresie a interacțiunilor dintre organismele aflate în mediul său, reprezintă un punct de interacțiune între organisme. Ce ar fi *Eoconodon* fără bacteriile din intestinul său ori fără paraziții care trăiesc în blana sa? Ce ar fi fără carnea țestoaselor cu carapace moale pe care o consumă sau fără fructele de pădure amărui pe care le mestecă fără să se poată opri, ori fără umbra copacilor care se înalță deasupra sa, ori fără bacteriile și insectele care îi descompun excrementele? Orice organism este un nod care depinde de celelalte din jur, indiferent dacă există vreo interacțiune directă între ele sau nu. Acțiunea chiar și a unui singur organism le afectează pe altele, care la rândul lor le afectează pe altele, rețele întregi de posibilități nevăzute care pulsează în fiecare moment vital – țesătura vieții în sine.

Pentru ca mamiferele să prospere, pădurile din Paleocen au trebuit să crească în înălțime repede. O pădure reprezintă un habitat mai bogat decât o câmpie deschisă, acoperită de ferigi. Gândește-te în felul acesta: pe o pajiște dominată de ferigi și plante de înălțime joasă există un număr limitat de moduri de viață pentru un mamifer. Mamiferele pot să facă vizuini. Pot să vâneze insecte. Pot să crească în dimensiuni și să pască. Dar nu au pe ce să se cațare, nu există fructe pe care le pot mânca, nu există copaci în care să-și poată face culcușuri. Un spațiu deschis creează practic habitate la trei niveluri: în mediul subteran, la suprafața solului și, în cele din urmă, când apar în scenă liliicii, în mediul aerian. Însă într-o pădure sunt multe niveluri diferite. Mamiferele care se pot ascunde în coronamentul copacilor nu vor fi aceleași precum cele care preferă crengile mai joase, care vor fi diferite de

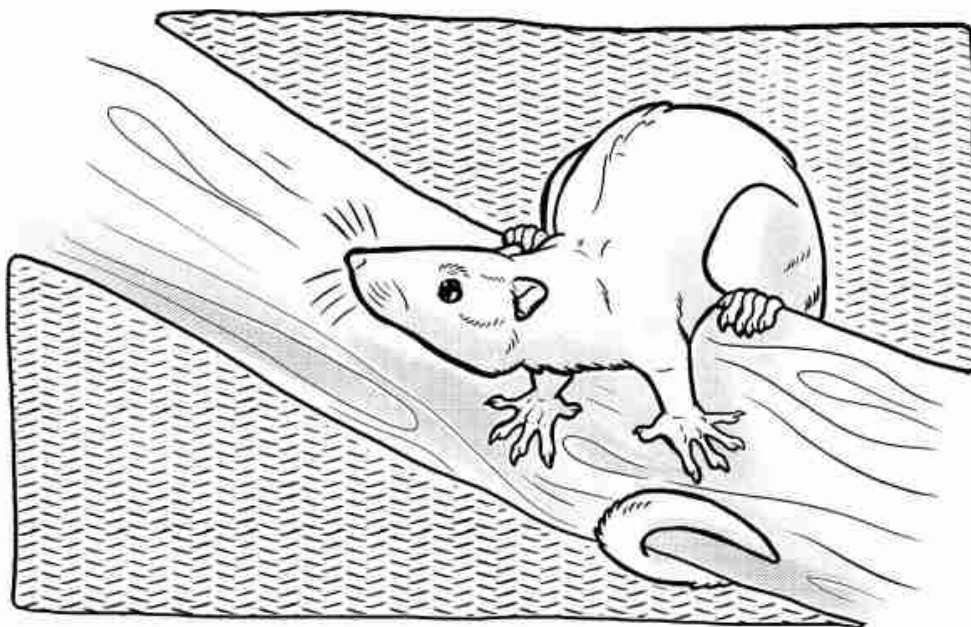
cele de la sol, care vor fi diferite de cele care trăiesc sub pământ. Chiar și la același nivel – precum nivelul solului – există o mai mare diversitate de surse de hrană. Există plante care cresc la nivelul solului, fructe și semințe care cad de deasupra și, evident, alte mamifere. Aceste ecosisteme devin mai complexe, mai interconectate, intersectându-se unele cu altele. O pădure oferă mai multe oportunități pentru diferite tipuri de deplasare – săpat, sărit, cățarat, alergat, planat – decât habitatele mai deschise. Aceasta este transformarea evolutivă de care era nevoie pentru ca mamiferele să treacă printr-o a doua etapă evolutivă majoră – printr-o revenire și o schimbare fundamentală. Și, în mod ciudat, spațiile mai închise, spațiile împădurite permit dezvoltarea unei varietăți mai mari de dimensiuni ale corpului. Aici resursele se găsesc din belșug. Resursele de hrană care oferă un conținut caloric ridicat – precum insecte și fructe – sunt mai frecvente aici decât în spațiile deschise. De aceea multe specii care trăiesc în spații deschise sunt relativ mici. Speciile mari pot menține spațiile deschise, dar, de obicei, acestea sunt erbivorele care își pot permite să mănânce întruna nutreț de slabă calitate și cu un conținut caloric mic datorită felului în care fiziologia se schimbă odată cu dimensiunea. Din punct de vedere al modului de procurare a hranei, de deplasare și de trai, pădurile generează mai multă diversitate și diferențiere.

Evoluția pădurilor o influențează pe cea a mamiferelor. Temperaturile ridicate și ploile frecvente le permit pădurilor să crească pe tot parcursul anului. Acest lucru duce la apariția a numeroase habitate, fiind create oportunități și interacțiuni care altfel nu ar fi posibile. Într-o pădure tropicală pot să trăiască mai multe animale decât într-o zonă de pajiște echivalentă ca suprafață.

Astfel de schimbări dramatice nu se petrec instantaneu. Este nevoie de timp pentru a se produce – este nevoie, de fapt, de milioane de ani. Deseori, specializarea apare ca urmare a interacțiunilor și a unor presiuni ecologice. Mamiferele concurează unele cu altele pentru același tip de plantă care le place. Pot continua să concureze și să devină din ce în ce mai specializate – să fie poate mai bune la găsirea sursei de hrană, la digerarea ei, învingându-i mecanismele de apărare – sau pot să se orienteze către altceva, către o altă sursă de hrană, sau pot chiar să fie generaliste, să ia câte puțin din fiecare. Nu

există un răspuns corect. Există doar supraviețuire. Prin asta vrem să spunem că aceste mamifere de la începutul Paleocenului nu sunt încă foarte specializate într-o direcție anume. Nu sunt precum dinozaurii când vine vorba de dobândirea unor adaptări extreme pentru a se apăra, a zdrobi oase, a alerga repede, a se cățăra cu agilitate. Vor dobândi aceste trăsături și adaptări în timp, ca urmare a evoluției care va oferi noi posibilități și va aduce noi constrângeri. Într-o bună zi, vor exista animale mari care se vor hrăni în principal, dacă nu exclusiv, cu fructe. Vor exista mamifere care planează și zboară, capabile să se deplaseze cu ușurință prin pădure. Vor exista granivore care vor supraviețui pe baza abundenței de semințe. Vor exista carnivore ale căror membre au evoluat pentru a alerga sau a prinde prada, cu dinți care străpung și zdrobesc cu ușurință. Dar nu pentru moment. În clipa de față, toate aceste roluri sunt posibilități îndepărtate care depind de evenimentele individuale din viața fiecărui organism.

Undeva, în adâncul pădurii, o pasăre scoate un strigăt ascutit care reverberează în toată zona. Nu este una dintre păsările nocturne, ci este uvertura corului din zorii zilei, o cacofonie de sunete care o trezește pe femela de *Purgatorius* în toate diminețile, cu excepția celor în care este absolut epuizată. Se cuibărește mai aproape de puii ei în timp ce cerul începe să se lumineze, iar soarele portocaliu de dimineață – un portocaliu aprins precum gălbenușul delicios al unui ou – începe să se ștească deasupra liniei orizontului din depărtare. Pentru o clipă, un fascicul de lumină străbate pădurea deasă către copacul ei. Lumina portocalie se revarsă peste *Purgatorius* și puii ei. Clipește, uitându-se la lumină, și privește umbrele proiectate de arbori. Este o dimineață asemănătoare cu cea dinainte și cu cea care va urma – este asemănătoare și tot evidențiază diferențele subtile care s-au petrecut în ziua anterioară. Unii s-au născut. Alții au pierit. Unii au fost răniți. Alții au crescut. Viața, această viață rezilientă și ciudată, dăinuie. Este începutul unei alte zile în noua eră a mamiferelor.



Concluzie

La 66,043 de milioane de ani după impact

„Hei, vrei să vii cu mine să ne uităm la niște pietre?”

Recunosc, nu a fost cea mai bună replică a mea. Se poate să fi redus chiar semnificația a ceea ce i-am propus lui Splash, prietena mea la fel de interesată de fosile ca și mine, deoarece știu că mereu o pot face să râdă atunci când minimalizez ceva. Bineînțeles că voia să vină. Voiam să văd acel strat de rocă în care epoca dinozaurilor s-a încheiat, aflat la zece ore de mers cu mașina.

„Putem să plecăm vineri-noapte, să ajungem la Grand Junction, apoi să facem încă șase ore ziua următoare până în locul respectiv și să ne întoarcem”, i-am zis, fiind puțin nesigură de faptul că-i ceream partenerei mele să îndure ore întregi în care să stea nemișcată în timp ce străbăteam drumurile șerpuite ale Marelui Canion din Colorado. Dar nu trebuia să mă fi îngrijorat. Câteva zile mai târziu, împreună cu Jet, ciobănescul meu german, care stătea covrigit în spate, noi, cele trei mamifere din era cenozoică, am pornit în căutarea stratului-limită care indica extincția în masă din Cretacic-

Paleogen.

Locul nu este greu de găsit. Teoretic, erau secțiuni mai apropiate pe care aș fi putut să le vizitez, precum straturile formate din Cretacicul Superior și până în Paleocenul Inferior, care constituie munții din formațiunea North Horn, ce se găsește în regiunea centrală a statului Utah. Însă sezonul era pe terminate și nu am vrut să pornesc într-o călătorie destinată eșecului pe drumurile de munte noroioase unde blocajele provocate de turmele de bovine care pasc libere sunt frecvente. Se poate vedea o fâșie lungă din limita Cretacic-Paleogen de-a lungul Long's Canyon Trail, în apropiere de Trinidad, Colorado. Este trecută chiar și pe Google Maps – tastează vechea denumire „K-T boundary“ în aplicație și o să-ți apară imediat.

Trebuia să o fac. Trebuia să ating roca aceea. Nu mi se părea în regulă să petrec atât de mult timp imaginându-mi cum a arătat lumea din Cretacic și zilele de după impactul cosmic fără să ating direct locul în care o lume întreagă de posibilități s-a transformat într-o alta nouă, un moment în istorie căruia i se datorează propria mea existență. Nu mi s-a părut suficient să văd secțiuni din limita Cretacic-Paleogen expuse în muzee – curățate și protejate în spatele unei vitrine. Nu voiam ca acest eveniment dramatic să existe doar ca o idee în capul meu și sub forma unor lucrări științifice stocate pe hard disk-ul meu. Știința este o modalitate de a afla lucruri, dar nu este nicidecum singura modalitate. Voiam să știu ce aș putea descoperi odată ce atingeam ruinele lumii mezozoice.

Uneori, spun că-mi lipsesc dinozaurii. Un prieten apropiat mă contrazice adeseori în această privință. Cum pot să-mi lipsească niște animale pe care nu am apucat să le văd vreodată în viață? Cum poate să-mi lipsească o perioadă pe care nu am trăit-o și care s-a rezumat doar la un amalgam de exponate de muzeu, paleoartă, lucrări științifice, supoziții din mintea mea? Există, de fapt, un termen pentru acest lucru (*anemoia*⁹), dar este folosit în general în cazul oamenilor care sunt obsedați de ideea pe care și-au făcut-o despre anii '60 sau care își doresc cu disperare să vadă formația Queen cu Freddie Mercury ca solist. Termenul nu este folosit pentru a face referire la cineva ca mine, care tind să visez cu ochii deschiși la monștri de peste 12 metri lungime. Cu toate acestea, încă de pe vremea când eram foarte mică, am fost atrasă de șopârlele înfricoșătoare. Scheletele acestora, adeseori asamblate din fragmente

provenind de la mai mulți indivizi și cu inadvertențe din punct de vedere anatomic – cozi incomplete, craniu care provenea de la altă specie –, erau prietenii mei. Iubirea mea era necondiționată. Un prieten care a dispărut nu poate să te rănească. Voiam să-i cunosc, să-i văd în perioada lor de glorie din vremurile preistorice. Încă îmi doresc acest lucru. Chiar și să văd un *Thescelosaurus* pufos și cu cioc cum trage un pui de somn la umbra unui arbore de sequoia sau un *Edmontosaurus* cum mănâncă într-o luncă din Cretacic ar fi o bucurie incomparabilă. Fiecare organism este o minunăție absolută a evoluției demnă de aprecierea noastră, până la cel mai simplu microorganism, dar există specii față de care simțim o conexiune mai puternică. Eu sunt foarte atrasă de lumea din urmă cu 235 de milioane în ani și până acum 66 de milioane de ani.

Sunt tristă că dinozaurii non-aviari au dispărut. Uneori, nici nu pot să cred asta. Expresia „atunci când dinozaurii stăpâneau pământul“ este un clișeu, ușor de subestimat, dar există cel puțin o fărâmbă de adevăr aici. Timp de zeci de milioane de ani, dinozaurii s-au răspândit într-un număr atât de mare, încât nu i-am găsit încă pe toți. Chiar și în ritmul actual, când este descoperită câte o specie nouă de dinozauri la fiecare două săptămâni, doar începem să-i descoperim. Rudele măreților torozauri și triceratopși sunt niște exemple minunate în acest sens. Chiar dacă acești dinozauri – numiți ceratopside – aveau cam același plan anatomic, ornamentația lor era extrem de diferită, așa că puteau fi diferențiați cu ușurință doar dintr-o privire. Coarne deasupra globilor oculari, coarne la nivelul oaselor zigomatice, coarne deasupra nărilor, protuberanțe dure de țesut osos, țepi și coarne mici la nivelul gulerului – fiecare dintre acestea era un specific dinozaurian reprezentat de zeci de specii, cu noi variații descoperite și descrise în fiecare an. Aceste animale nu erau ciudate sau rare. Lumea le aparținea într-o măsură mai mare decât ne aparține nouă acum. Dar ei nu sunt aici. Toate liniile evolutive, în afară de păsări, au pierit. Cu toate lucrurile cărora dinozaurii le-au supraviețuit, la care s-au adaptat și pe care le-au îndurat, există pur și simplu niște forțe ale naturii care nu pot fi evitate sau învinse. Dinozaurii au fost norocoși, dar norocul este adeseori contrabalansat de ghinion.

Însă, dacă dinozaurii non-aviari ar fi supraviețuit, nu aș fi fost aici să-ți spun aceste povești. O idee clară transmisă de fosile, o concluzie concisă pe

care întreaga istorie a vieții pe Pământ o evocă cu tărie și claritate este aceea că nici o specie nu e de neînlocuit. Fiecare organism apare acolo unde evenimentele arbitrare și condițiile pentru susținerea vieții se întrepătrund, variațiile oferind materia brută pe care selecția naturală și alte forțe evolutive o trimit pe diferite căi. Nu că ar exista vreo intenție în acest sens. Este o stare pasivă, o rutină care se desfășoară constant și care face parte pur și simplu din existența însăși. Este un lucru dificil de acceptat. Existența noastră, originea noastră se bazează pe un șir neîntrerupt de circumstanțe și accidente, fiecare fiind doar o posibilitate pe lângă multe altele. Este o altă expresie a faimosului efect al fluturelui, o idee studiată pentru prima dată de un nume reprezentativ al SF-ului, Ray Bradbury, în *A Sound of Thunder*, o poveste despre oamenii care se întorc în epoca de glorie a dinozaurilor doar ca să schimbe viitorul pentru că o persoană a călcat accidental un fluture.

Dar nu ne referim doar la un singur fluture, ci la un impact fără precedent, cum nu a mai fost altul înainte sau după aceea. Dacă asteroidul ar fi lovit o parte diferită a planetei sau ar fi ratat-o complet, devastarea care s-a produs în urmă cu 66 de milioane de ani ar fi fost cel puțin diferită, dacă nu complet evitată. Chiar și în cazul unei extincții în masă cu un impact diminuat, care ar fi provocat dispariția a jumătate dintre speciile de dinozauri non-aviari, avem puține motive să credem că saurienii nu și-ar fi revenit imediat, apărând noi forme care ar fi defilat pe cuprinsul acestei planete chiar în această clipă, într-o istorie alternativă în care epoca dinozaurilor nu s-ar fi încheiat. Probabil că ar fi existat și mamifere – așa cum au existat și în perioada de glorie a dinozaurilor –, însă opțiunile lor evolutive ar fi fost limitate de faptul că trebuie să împartă lumea cu dinozaurii. Poate că ar fi existat descendenți ai micului *Purgatorius* care să sară prin coroanele copacilor și să alerge prin zonele de pajiște, dar succesiunea de evenimente neașteptate care au dus la evoluția noastră ar fi luat-o pe o altă cale plină de posibilități. Nu ar fi existat o modalitate de a ajunge de acolo până la noi și probabil nu ar fi existat o primată cu capacitate de autorefecție suficient de mare pentru a-și da seama că aceasta este natura timpului însuși. Urmăm săgeata timpului și suntem supuși restricțiilor sale așa cum au fost și dinozaurii.

În timp ce ieșeam de pe drumul asfaltat și intram pe drumul plin de țărână care duce către punctul din care începe traseul, m-am gândit că, dacă

dinozaurii non-aviari ar fi supraviețuit, atunci nici unul dintre noi nu le-ar fi dus lipsa. Și dacă viața pe care o cunoșteam nu s-ar fi schimbat radical cu doi ani înainte, nici eu nu aș fi existat probabil. Am putut să dezvălui că sunt transgen după divorțul meu – ani din viața mea s-au transformat în cenușă în timp ce ceva care stătuse într-o stare latentă îndelungată a început să prindă rădăcini. Oricât de dureros, periculos și înfricoșător era, aveam nevoie să pun capăt vieții pe care o știam. Poate că mi-e dor de anumite părți, dar cine sunt cu adevărat și cine am încercat să fiu nu pot exista în aceeași realitate. Una trebuia să cedeze în fața celeilalte. Geamurile sunt coborâte, aerul cald de octombrie umple mașina, basul puternic al piesei „Give It Away Now“ al trupei Red Hot Chili Peppers răsună puternic din boxele mașinii. Trec împreună cu Splash și Jet pe lângă semnul ce ne indică traseul pe care trebuie să-l parcurgem. Râd în sinea mea. Indicatorul spune:

TRASEUL LONG'S CANYON
TUR FĂRĂ GHID
DISTANȚĂ: 400 DE METRI

A trebuit să conduc în total zece ore, o parte și pe timp de noapte, ca să merg 400 de metri. Dar asta este ceea ce așteptasem, lucrul asupra căruia mă concentrasem în timp ce parcursesem toți acei kilometri de asfalt. I-am scos lesa lui Jet, și mica noastră familie de mamifere a urmat traseul.

Chiar dacă nu ești geolog, este imposibil să ratezi urma lăsată de impact în stratul de rocă din Cretacic. Deasupra, roca are o nuanță de bronz ștersă din cauza trecerii timpului, iar în ea sunt ancorate tufișuri de pelin și de alte specii. Dedesubt, panta este gri, rămășițele pulverizate ale straturilor de rocă bogate în funingine. Și chiar în mijloc se găsește o linie de demarcație clară. Fragmente groase și sfărâmicioase de rocă bogate în argilă sunt ținute împreună de benzi mai întunecate care se află exact dedesubtul și deasupra acestora. Dacă puteam să colectez probe de-a lungul întregii secțiuni, acea parte de mijloc bogată în argilă avea să indice o cantitate ridicată de iridiu, fragmente sfărâmate și microscopice din asteroidul care s-a prăbușit pe planeta noastră. Nu știi dacă am văzut o secțiune de straturi mai frumoasă decât aceasta în tot timpul în care am cutreierat deșerturile vestice.

Am mers până la surplomba stâncoasă care era deja bine umbrită, ziua fiind pe sfârșite, când Jet s-a scuturat, a sărit și a alergat până la mine, în timp

ce Splash s-a pierdut fericită în propria contemplare. Am întins mâna și mi-am lipit palma de stratul de demarcație. Nu m-am așteptat să am vreo epifanie. Nu am auzit în capul meu decât propria voce. M-am împiedicat în timp ce încercam să găsesc cuvintele potrivite. Ce ar trebui să spun acum, că sunt aici? Îmi datoram existența acestui dezastru, dar pe acesta poate că aș fi decis să-l anulez dacă aș fi putut. Am încercat să-mi golesc mintea în timp ce mi-am schimbat locul pe care îl ocupasem pe această rocă străveche. Acest loc era de neegalat. Încă nu s-a inventat o categorie pentru ceea ce reprezintă acest monument. Reprezintă un loc al morții și al nașterii deopotrivă, al sfârșitului și al începutului, un punct de inflexiune ce conferă continuitate prin mijloc. Nu am venit aici doar ca să vizitez o piatră de mormânt, ci și ca să văd locul care mi-a permis să exist – care ne-a permis tuturor asta.

După o vreme, am plecat de acolo împreună cu Jet și Splash. Condusesem atât de mult ca să ajungem aici și în scurt timp trebuia să parcurgem înapoi drumul de șase ore. Așa că ne-am plimbat cât am putut. Am mers cu toții de-a lungul traseului ceva mai departe, oprindu-ne în fața unui loc de observație pentru a vedea un grup de anseriforme într-un iaz aflat dedesubt. Jet a sărit în sus ca să arunce și el o privire prin deschizături, neînțelegând probabil de ce ne uitam la păsări în loc să le alergăm. Dar i-am lăsat în pace pe dinozauri. Sunt rezultatul norocului și ghinionului la fel ca noi. Păsările au apărut în timpul Jurasicului și au prosperat în perioada Cretacicului, dar și istoria lor ar fi fost alta dacă extincția nu s-ar mai fi produs. Fiecare pasăre – de la pinguinii din Antarctica până la rațele care se bălăceau în acel sanctuar pentru animale din Colorado – este un dinozaur care a evoluat în lumea de după impactul cosmic, iar istoria lor a fost modelată de acest eveniment la fel cum a fost și a noastră.

Probabil, cel mai ciudat aspect al acestei povești, colapsul Mezozoicului, este faptul că nu s-a întâmplat mai devreme. Din dorința de a înțelege cum și de ce s-a produs extincția de la finalul Cretacicului, paleontologii au descoperit că viața în mediul terestru a fost mereu relativ instabilă. Experții numesc acest lucru rotație a speciilor: cât de mult trăiește o specie și dacă este înlocuită de o specie similară care îndeplinește un rol ecologic asemănător. În cazul speciilor care au existat pe parcursul ultimelor zece milioane de ani din Cretacic și al primelor zece milioane de ani din Paleogen, viețuitoarele

terestre nu au avut o durată de viață prea mare. Speciile terestre tind să apară și să dispară la 1–2 milioane de ani. Dar acest lucru nu este valabil în cazul speciilor semiacvatice. Animale precum țestoasele din familia Trionychidae și crocodilii au trăit timp de câteva milioane de ani, poate zece milioane de ani sau mai mult. Într-o mlaștină de pe vremea tiranozaurilor puteai să vezi aproape aceleași specii peste care ai fi dat dacă te-ai fi întors cu alți zece milioane de ani în urmă.

Nimeni nu știe de ce. Habitatele din apele dulci par să ofere un soi de protecție; sau sunt habitate în care rotația evolutivă se produce mult mai lent. Viețuitoarele care trăiesc în iazuri, pâraie, lacuri și mlaștini nu sunt atât de profund afectate de schimbările climatice, chiar dacă multe din ele sunt animale cu sânge rece. Există un factor protector și stabilizator care nu a fost descoperit. Clar este însă că viețuitoarele terestre au o existență mult mai scurtă. Acestea dispar într-un ritm mai rapid, fie pierind complet, fie cedând în fața speciilor care se trag din ele. Să ne gândim la următoarea situație. Fosile aparținând genului *Brachychamps*a din familia crocodililor au fost descoperite în straturile sedimentare care au început să se formeze acum 80 de milioane de ani în Vestul Statelor Unite și până la sfârșitul Cretacicului, cu 66 de milioane de ani în urmă. Acum să ne gândim la tiranozaur, un dinozaur care a trăit între 68 de milioane de ani și 66 de milioane de ani în urmă. Dacă fiecare strămoș al tiranozaurilor a trăit la fel de mult, sunt practic șapte specii care au apărut și au dispărut în timpul în care *Brachychamps*a a asistat la aceste evenimente din apele sale de mică adâncime pline de vegetație.

Ceea ce nu înseamnă că dinozaurii non-aviari sau oricare alte viețuitoare din Cretacic își așteptau pur și simplu extincția. Nici că meritau cumva să dispară sau că deveniseră depășiți de situație. Explicația este că ecosistemele terestre din Cretacic Superior erau sensibile la perturbări. Condițiile de mediu care se modificau constant – de la climă și modul în care interacționau speciile până la vegetație – grăbeau ritmul schimbărilor evolutive. Adăugați la toate acestea un asteroid cu un diametru de peste 11 kilometri și veți avea o răsturnare rapidă a situației căreia nu îi vor putea face față majoritatea organismelor. Viețuitoarele din apă sau cele care puteau să-și facă vizuină au avut șanse mai mari. Însă cele de pe uscat, care depindeau de mai multe lucruri, nu au avut nici o șansă – și poate că tot n-ar fi avut o șansă chiar și

dacă efectele produse de impact ar fi fost cumva mai blânde. Impactul cosmic și efectele produse de acesta au evidențiat construcția fragilă a ecosistemelor terestre. Nu este un eveniment care are loc doar o dată într-o epocă; ci mai degrabă ne arată cum ecosistemele complexe pot fi distruse rapid din cauză că instabilitatea face parte din ceea ce generează atât de multă diversitate evolutivă.

Dar înțelegerea acestor lucruri nu îi va aduce înapoi pe dinozaurii noștri iubiți. Putem să explicăm această catastrofă și chiar să recreăm unele dintre momentele sale, dar lumea de atunci a dispărut. Tot ce putem face este să săpăm puțin mai mult, să sondăm mai mult și să ne lăsăm imaginația să restaureze o lume pe care nu vom putea să o vedem niciodată. Genele nu au longevitatea necesară pentru a putea construi vreodată un *Jurassic Park*, iar afirmațiile că un *Acheroraptor* ar putea să fie – sau ar trebui să fie – recreat prin modificări de inginerie genetică aduse unei găini sunt pure fantezii. Dacă vrei să vezi sau să atingi un dinozaur non-aviar, trebuie să mergi acolo unde sunt conservate oasele acestora.

În astfel de momente, în care pot să găsesc un loc liniștit în holul unui muzeu, deseori spre finalul zilei când vizitatorii se îndreaptă spre magazinul de suveniruri, mă întreb de ce tânjesc atât de mult după aceste animale. De ce unii dintre noi o fac. Dezastrul de la sfârșitul Cretacicului și începutul Paleogenului a fost cea de-a cincea extincție în masă de pe planetă. Nu vărsăm lacrimi pentru trilobiții care au dispărut la finalul Permianului sau pentru peștii fără fălci care au fost eliminați aproape complet în Devonian. Nu pot găsi un alt răspuns în afară de faptul că o facem din admirație față de aceștia. Chiar dacă nu știm de ce o facem – datorită dimensiunilor lor impresionante, ornamentelor lor ciudate, obiceiurilor aparent capricioase? –, ținem la dinozauri. Deseori, aceste animale reprezintă prima noastră întâlnire cu marile teorii despre importanța vieții pe planeta noastră. Acesta este un triceratops. Acest erbivor maiestuos a trăit acum multă vreme. Ce s-a întâmplat cu el? A dispărut. Un asteroid a lovit planeta și apoi nu a mai existat nici un alt triceratops.

Dinozaurii continuă să ne suscite curiozitatea. Cred cu tărie că acesta este motivul pentru care îi venerăm în muzee și ne place să-i vedem defilând pe marile ecrane. Nu avem nici un echivalent pentru aceste viețuitoare în lumea

noastră modernă, cel puțin nu în timpul propriei noastre perioade de stagnare în ceea ce privește dezvoltarea megafaunei, când abia dacă mai există câțiva uriași în afară de balenele din oceane. Când te uiți la un dinozaur, te întrebi cum era acel animal în realitate, cum era lumea pe atunci. Erau atât de răspândiți în lume atunci și pentru atât de mult timp, încât nu vrem să acceptăm că aceste animale au putut să dispară atât de rapid, că viața de pe planetă a putut lua o turnură atât de rapidă și nemiloasă. Poate că aceasta este cumva o proiectare în trecut. Dacă dinozaurii au putut stăpâni lumea pentru atât de mult timp, pe o perioadă de 28 de ori mai mare decât au făcut-o oamenii în orice formă au existat și de două ori mai mare decât au făcut-o primatele, atunci poate că reprezintă forma absolută a unui *memento mori*. Fixăm cu privirea craniul și rânjetul unui tiranozaur, dinții aceia strălucitori și fosilizați prin permineralizare, și vedem ce ar mai rămâne din noi în urma unui eveniment întâmplător – asta dacă nu ne-o facem cu mâna noastră.

Să-ți imaginezi un dinozaur este ca o încercare de a învia morții. Facem acest lucru în filme, în artă, în muzee și în cărți precum cea de față. Este o abilitate care ne face unici în această lume, prin care înțelegem nu doar trecutul, ci și cum trecutul se transformă în prezent. Și ne lansează o provocare. Dinozaurii trăiesc din nou atunci când imaginația însuflețește oasele acestora, consecințele impactului cosmic generând un puzzle uriaș în care descoperirea oricărei fosile noi se aseamănă cu o victorie. În ciuda șanselor reduse, acest animal a fost fosilizat. Și tot în ciuda șanselor reduse, noi l-am descoperit. Distanța imensă de timp dintre noi și ultima zi din Cretacic a dat naștere unei lumi dispărute pe care să o explorăm, locuri în care chiar și regiunile cunoscute pot ascunde mistere. Orice hartă geologică a formațiunilor în care au fost descoperite fosile ar putea foarte bine să spună în partea de jos „Aici sunt dragoni“.

Probabil că acest conflict mă face să mă tot întorc în timp. Epoca dinozaurilor a apus pentru totdeauna, dar avem suficiente indicii pentru a o explora indirect. Acea perioadă, acele specii nu mai pot fi readuse la viață, dar tot mi-aș dori să le cunosc. Sunt curioasă. Mă gândesc că mulți oameni sunt curioși. Iar când ești curios nu poți să stai locului. Pot să înțeleg logic de ce perioada cretacică a apus și de ce acele evenimente sunt esențiale pentru propria mea existență, dar rareori logica va câștiga în fața emoției, iar în urma

unor pierderi atât de mari vindecarea este mereu incredibil de dificilă.

Nu știu dacă dezastrul din Cretacic-Paleogen și cea de-a șasea extincție spre care ne îndreptăm oferă vreo lecție pentru lumea noastră modernă. În tensiunile din timpul Războiului Rece, descoperirile despre cât de cumplită fusese iarna instalată în urma impactului cosmic au subliniat cât de îngrozitoare ar fi fost o iarnă declanșată în urma unui atac nuclear. Lumea mai trecuse printr-un astfel de dezastru o dată. Cel mai indicat este să nu-l repete. Știind ce este posibil, NASA monitorizează asteroizii ca să facă o estimare în caz că unul ar putea lovi planeta. Cu siguranță, este o decizie înțeleaptă, mai ales că ne răspândim în continuare pe Pământ. Chiar și un impact local ar putea fi un dezastru înfiorător. Dar nu ar fi potrivit să transformăm un eveniment complet arbitrar și inevitabil într-o lecție, ca și cum ar fi o greșeală sau ceva ce putem controla.

Poate că nu s-a petrecut nimic în intervalul aflat între 66 și 65 de milioane de ani în urmă care să ne îmbunătățească viața în prezent sau care să ne facă mai înțelepți. Oricât de mult și-au dorit unii dintre noi atunci când eram copii sau când jucam jocuri pe calculator, nu suntem dinozauri. Amenințările cu care ne confruntăm sunt diferite și adesea autoinduse. Cunoaștem realitatea schimbărilor climatice provocate de om de zeci de ani și am făcut extrem de puține lucruri ca să evităm consecințele. Dar poate toate acestea reprezintă un semn că ne uităm unde nu trebuie sau că sperăm să descoperim vreo idee genială frumos împachetată. În tot timpul pe care l-am petrecut analizând acest eveniment, încercând să navighez printr-un ecosistem încâlcit pe care nu l-am vizitat niciodată, studiind secțiunile de sedimentare din spatele vitrinelor muzeelor și ajungând chiar la această linie de demarcație minunată din piatră, ceea ce m-a uimit este reziliența vibrantă și neabătută a vieții.

De când a apărut viața pe planeta noastră, în urmă cu peste 3,6 miliarde de ani, n-a fost niciodată eradicată complet. Să ne gândim la asta un moment. Să ne gândim la toți eonii care au trecut. La schimbările climatice – de la călduri extreme la înghețuri și invers. La continentele care s-au deplasat, s-au ciocnit și s-au împins unele pe altele. La marile extincții provocate de prea mult sau prea puțin oxigen, la vulcanii care au eliberat cantități inimaginabile de gaze și cenușă, la mărilor care s-au revărsat peste continente și apoi au secat, la pădurile care au crescut și au pierit conform ciclurilor de viață care durează

milanii, la loviturile meteoriților și asteroizi lor, la munții care s-au înălțat numai ca să fie sfărâmați și ridicați din nou, la oceanele care au înlocuit zonele de câmpie, care au înlocuit deșerturi, care au înlocuit oceane și așa mai departe, în fiecare zi, timp de *miliarde* de ani. Și, cu toate acestea, viața încă există pe planetă.

Viața poate fi grav afectată. Viața se încheie pentru fiecare individ și se poate încheia chiar și pentru o specie. Viața poate fi constrânsă, redusă, forțată să ia forme neplăcute și supusă unui stres atât de intens încât trauma este vizibilă în depozitele sedimentare de fosile la fel ca în țesuturile unui animal viu. Dar viața încă există. Vibrantă, rezilientă, copleșitoare. Viața nu este statică. Reacționează la stimuli. Ai trecut vreodată pe trotuar și ai observat cum un copac a crescut printr-un gard de sârmă sau cum a împins plăcile de beton de pe trotuar cu rădăcinile sale? Asta este ceea ce face viața, zi și noapte, atât timp cât există.

Nu am nici o îndoială că anii pe care i-am petrecut ca femeie transgen mi-au influențat perspectiva. Cum ar fi putut să nu o facă? Aceasta este realitatea în care trăim cu toții, dar modul în care o percep este influențat, la fel ca identitatea mea, de faptul că există niște culori ale spectrului luminii pe care nu le pot vedea, unele sunete pe care nu le pot auzi și unele senzații pe care nu le pot percepe. Povestea noastră nu este povestea întregii vieți. Totuși, când mă gândesc la aceste schimbări radicale, mi-e greu să mă concentrez asupra pierderilor. Tulburările și crizele personale m-au învățat să apreciez dezvoltarea.

Am scris această poveste în perioada în care propria topografie s-a abătut, în sens figurat și literal deopotrivă, de la cursul vieții pe care mă așteptam să-l parcurg. Părți din viața mea și din corpul meu s-au dezvoltat sau au dispărut, și-au schimbat forma și și-au modificat funcția într-un mod care mă face să mă gândesc la dansul continentelor și la forma deșerturilor unde încă se află vechi lumi antice încă necunoscute pentru noi. Istoria și dovezile care susțin acea istorie ne arată o interacțiune nesfârșită între noroc și fundamentele biologice ale schimbării. Mi-am trăit viața în așa fel încât pare să se fi scurs eoni – era mea mezozoică personală. După tragedia personală prin care am trecut, când durerea constantă m-a făcut să simt că tot ceea ce știam fusese distrus, lucrurile mici – care au fost mereu acolo – au devenit dintr-odată mai

importante, ca niște lăstari mici care s-au ridicat dintre ruine, așteptând cu nerăbdare începutul fiecărei noi zile. Viața mea nu avea să mai fie la fel, nu putea să mai fie la fel, dar toate acele lucruri mici și prețioase – din inima mea – puteau să se dezvolte într-un final. Libertatea nu ar fi existat fără durerea înfiorătoare și încheierea unei ere, așa cum noi n-am fi putut apărea într-o lume aflată în ghearele șopârlor înfricoșătoare. Începuturile au nevoie de sfârșituri, o lecție de care putem ține cont cu atenție sau pe care să o negăm până când ne vom întâlni cu ea.

Să ne gândim pur și simplu ce înseamnă viața. Biologii au reflectat asupra acestui lucru, au dezbătut și s-au contrazis între ei încă de la începuturi. Deseori, se caută un element incontestabil care să indice granița dintre viu și neviu. Am putea fi chiar recompensați pentru distilarea unui adevăr absolut despre natură cu un alt secret și, în consecință, am ajunge la o descoperire importantă. Dar nu prea am fost niciodată o susținătoare a reducționismului. Nu sunt interesată ce *este* viața cât sunt de interesată ce *face* viața. Viața dăinuie. Viața se schimbă. Viața este un fir frumos și odios deopotrivă țesut de nenumărate organisme, o relație care poate face aproape orice în afară de faptul de a rămâne aceeași.

Poate că aceste lucruri sunt exagerat de sensibile pentru o carte de știință. Nu e vorba aici de poezie cretacică. Dar aceasta este mica mea încercare, poate sortită eșecului, de a-mi arăta recunoștința față de ceva ce este dincolo de domeniul tangibilului, ceva atât de adânc încât nu știu dacă vom ajunge vreodată să-l cuprindem. Mă gândesc la asta atunci când urmăresc o prepeliță cum sare agitată pe trotuar, când văd piersicul din grădina mea cum începe să facă fructe în fiecare sezon, când mă opresc să mă uit la un păianjen săritor în timp ce face un mic dans amuzant pe suprafața denivelată a unui stâlp de telefonie. Toate aceste lucruri, fie că fac parte din fauna și flora sălbatică sau domestică, că sunt familiare sau neobișnuite, sunt conectate cu mine, nu doar acum, ci de-a lungul istoriei. Existența lor e întipărită în fosile. Toate lasă câte o urmă în lumea din jurul lor. Toate provin din ceva, manifestări noi și minunate ale unei lumi care s-a format în momentul în care asteroidul acela a atins suprafața planetei noastre și a modificat toate posibilitățile de dezvoltare a vieții pe Pământ. Dacă ți-e greu să-ți imaginezi asta, gândește-te în felul următor. Ne aflăm cu 66 de milioane de ani înainte de extincția în masă din

Cretacic-Paleogen. Este un timp extrem de îndelungat. Dar cu 66 de milioane de ani înainte de această extincție în masă plantele cu flori erau un grup nou, tiranozaurii erau mici, multe păsări încă aveau dinți, iar dinozaurii se aflau în toiul unei veri aparent interminabile. Noi, astăzi, trăim în continuare într-o lume în care putem să pornim din orice punct și să vedem cum cea de-a cincea extincție în masă a influențat și a schimbat acel moment. Nu este vorba doar despre uriașa cicatrice lăsată de craterul din Chicxulub. Este vorba despre ornitorincul care plonjează în apă și înoată, despre florile unei magnolii, despre albină care se îmbată cu polen din grădină, despre conserva de fasole din supermarket, despre măcăleandru care scormonește după viermi prin iarbă, despre vederea noastră frontală și mâinile noastre cu care putem apuca lucruri – nenumăratele și uluitoarele fațete ale vieții care se datorează dezastrului neprevăzut ce s-a abătut întâmplător asupra noastră dinspre întinderea rece a spațiului cosmic.

Mi-ar plăcea să completez acest gând cu una dintre replicile mele preferate, spusă în filmul preferat al oricărui fan al dinozaurilor – „Viața găsește o cale“. Dar nu pot să fac asta, și nu pentru că pare prea banal. Viața nu urmează nici un plan sau nici o direcție. Viața nu caută o cale de a se extinde și de a se dezvolta pe oriunde e posibil, plănuiind ziua de mâine sau chiar următoarea clipă. Dar cred că dr. Malcolm ar fi trebuit să opteze pentru o formulare ușor diferită, care să includă ideea de constrângere și posibilitate, dezvoltare și moarte. Și este pur și simplu lecția pe care ne-o oferă toate acele milioane de ani dintre epoca dinozaurilor și epoca mamiferelor.

Dacă există o cale, viața o va găsi.

Anexă

Mi-aș dori să pot spune că am petrecut zile, săptămâni și luni transpunându-mă în perioada Cretacicului și cea a Paleocenului, observând și luând notițe despre comportamentele și obiceiurile formelor de viață în acea fereastră prețioasă de timp de un milion de ani în care viața și-a revenit. Din păcate – și spun asta știind că o astfel de aventură ar duce probabil la decesul meu, provocat fie de efectele negative ale extincției în masă din Cretacic-Paleogen, fie de faptul că aș ajunge în ghearele unui dinozaur mai flămând – nu m-am aventurat mai departe de pragul de 65 de milioane de ani în urmă pentru a documenta capitolele din această carte. Călătoria în timp există doar în sensul că ne deplasăm în timp, pasageri pe săgeata timpului, și astfel nu voi ajunge niciodată să am șansa de a vedea în viață vreun tiranozaur, vreun *Eoconodon* sau pe oricare dintre preferații mei. În schimb, ceea ce ții în mâini acum a fost pus cap la cap din diferite surse științifice care acoperă tot ce se poate, de la efectele incendiilor de vegetație într-o pădure la textura granuloasă a pielii triceratopsului.

În mod firesc, am simțit că intrarea și ieșirea din narațiunea despre extincția în masă din Cretacic-Paleogen pe care am creat-o s-ar putea dovedi un lucru discordant. Ca și cum ai vedea *Jurassic Park*, dar însoțit de niște explicații paleontologice obligatorii, analizând fiecare fapt și fiecare fărâmbă de speculație. Îmi place această abordare atunci când fac turul muzeelor cu prietenii mei, discutând despre cum știm ceea ce știm, dar nu este atât de plăcut atunci când îți cer să o faci întorcându-te zeci de milioane de ani în trecut. „Tiranozaurul scrutează luminișul, dar nu are de ce să se teamă. Nu a mai văzut un alt *T. rex* de zile întregi, iar acești dinozauri masivi au teritorii întinse – un fapt atestat de numărul ipotetic de tiranozauri din Marshall *et al.*, 2021, și din studiul clasic al lui Paul Colinvaux, *Why Big Fierce Animals Are Rare.*“ Vezi? În loc să-ți citez surse pentru fiecare lucru, am creat o anexă referitoare la fiecare capitol pentru a explica ceea ce știm, ceea ce este ipotetic și la cât de multă speculație a trebuit să recurg pentru a acoperi

lacunele la care cercetările nu ne-au oferit încă răspunsuri.

În acest sens, mă aștept ca unii dintre cititori să fie poate surprinși sau chiar confuzi de ce am ales prăbușirea unui asteroid uriaș pe planeta noastră drept factorul principal responsabil pentru extincția în masă din Cretacic-Paleogen. Paleontologii s-au contrazis în această privință, probabil cel mai mult în 2010. În acel an, un batalion virtual de geologi a publicat un articol în *Science* afirmând că cea de-a cincea extincție în masă a fost provocată în mod indubitabil de ciocnirea dintre un asteroid și planeta noastră. Chiar dacă, în secolul anterior, experții au propus o mulțime de idei care să justifice extincția și mai precis dispariția dinozaurilor non-aviari, autorii au respins toate acele idei – de la omizi extrem de lacome la erupțiile vulcanice din regiunea Capcanele Deccan – pentru a confirma că impactul cosmic era principalul motiv al sfârșitului perioadei cretacice. Dar oamenii de știință nu au spirit de turmă, considerând că fiecare articol nou spune adevărul absolut. Alți experți nu au fost de acord cu explicația din *Science*. Un grup de paleontologi specializați în vertebrate au scris că extincția a fost provocată de numeroși factori, de la activitatea vulcanică și modificarea nivelului mărilor până la impactul cosmic însuși. Cu alte cuvinte, nu exista un singur declanșator, ci o combinație de schimbări și dezastre care s-au transformat în ceva cu o amploare mai mare. Cu toate acestea, alții au alergat la calculator pentru a scrie că efectele impactului cosmic erau neglijabile și că, de fapt, erupțiile vulcanice din regiunea Capcanele Deccan erau factorul declanșator principal. Și a existat un al treilea răspuns care susținea că articolul inițial trecuse cu vederea peste un volum vast de date și că, în schimb, a existat o combinație de impact cosmic, activitate vulcanică și schimbări climatice care s-au desfășurat pe o perioadă foarte lungă de timp, reducând astfel diversitatea formelor de viață.

Dar știința nu se bazează pe voturi, iar o ipoteză nu este confirmată sau negată de simplul număr de afirmații pro sau contra. În cazul unui eveniment dramatic și dezastruos pe care l-am ratat la o distanță de 66 de milioane de ani nu avem decât dovezile care au rămas de atunci și cadrele teoretice care se schimbă mereu și pe care le folosim pentru a înțelege un moment critic în istoria vieții pe Pământ. În toți anii care au trecut de la acel schimb de replici publicat în *Science* în 2010, cercetătorii au continuat să pună întrebări, să

studieze și să rafineze anumite idei. În acest proces, efectele produse de impactul cosmic s-au dovedit a fi mai îngrozitoare decât s-a crezut înainte – în timp ce alți suspecți au fost exonerați sau s-a reevaluat ce rol au jucat. De exemplu, cercetările legate de erupțiile uriașe din regiunea Capcanele Deccan au demonstrat că revărsările de lavă și gazele de seră emise au avut efecte negative minore asupra faunei și florei la nivel global. De fapt, se poate ca activitatea din această zonă să fi ajutat la salvarea unora dintre organismele care se chinuiau să supraviețuiască în timpul primelor zile din Paleocen – gazele de seră care fuseseră eliberate în atmosferă de vulcani păstrasera temperaturile mai ridicate decât ar fi fost în mod normal, împiedicând instalarea unui îngheț chiar mai devastator. De asemenea, atunci când nivelul mării a scăzut la sfârșitul Cretacicului și lumea devenea un loc din ce în ce mai rece, dinozaurii și alte forme de viață din Mezozoic mai supraviețuiseră acestor schimbări înainte. Chiar dacă au determinat extincția unor specii sau eradicarea unei populații dintr-o zonă, aceste modificări nu erau suficiente pentru a produce o extincție globală aproape instantanee care se poate vedea în depozitele sedimentare. Poate faptul că celelalte patru extincții în masă și alte extincții cu un impact mai mic care s-au petrecut de-a lungul a sute de mii de ani i-a determinat pe paleontologi să se aștepte că același lucruri vor fi valabile și în cazul celei de-a cincea, dar situația nu pare să fie așa. Extincția în masă din Cretacic-Paleogen este fără precedent în istoria Terrei, și tocmai de asta am devenit fascinată de această catastrofă. Nu este o schimbare devastatoare și dureroasă provocată de erupții vulcanice sau de acidificarea mărilor. Moartea a venit brusc și a făcut repede victime, creând condiții cărora viața nu era echipată să le facă față. În ciuda acestui lucru, viața pe Pământ există în continuare.

Am decis să nu mă rezum la cauza extincției în masă din Cretacic-Paleogen. Nu mi-am propus să spun această poveste ca să le fac tuturor pe plac sau să mă limitez la transmiterea de informații științifice. Asta nu ar ajuta pe nimeni. Sunt încrezătoare că impactul cosmic din zona Chicxulub din urmă cu 66 de milioane de ani a declanșat o criză globală cum nu s-a mai văzut pe această planetă; combinația dintre valul de temperaturi ridicate extreme de după impact și iarna prelungită care s-a instalat ulterior explică tiparul pe care l-a urmat extincția din ultima zi a Cretacicului și pe parcursul a

unui milion de ani din epoca paleocenică. Poate că, în unele cazuri, anumite specii au fost eradicate în aceeași perioadă din cauze mai obișnuite – precum bivalvele care trăiau în rămășițele Mării Interioare Vestice și al căror habitat a secat odată ce nivelul mării s-a modificat. Consider că acest lucru este complet plauzibil, chiar probabil, dar, atunci când ne concentrăm asupra extincției în masă din Cretacic-Paleogen, nu luăm în calcul astfel de evenimente desfășurate la scară mică. Discuțiile pe marginea acestui eveniment s-au concentrat întotdeauna asupra imaginii de ansamblu – asupra a ce anume s-a întâmplat astfel încât epoca reptilelor să ia sfârșit și să dispară atât de multe alte forme de viață care au prosperat în timpul Triasicului, Jurasicului și Cretacicului. În cele din urmă, soarta fiecărei specii este să dispară, dar, când atât de mulți actori părăsesc scena deodată, este un semn că se întâmplă ceva mai important decât o schimbare anticipată a unei scene.

Desigur, dispariția dinozaurilor non-aviari, a pterozaurilor, a amoniților și a atâtor alte forme de viață reprezintă, de fapt, doar fundalul acestei povești. Povestea pe care m-am străduit să o prezint nu este marcată de o pierdere profundă, ci este o poveste a reînnoirii și a revenirii. Deși s-au scris multe despre extincția în masă din Cretacic-Paleogen – ce anume a provocat-o, cine a pierit și cât de mult și de înverșunat s-au luptat oamenii de știință între ei – s-au spus prea puține despre revenirea vieții din timpul Paleocenului. Este păcat. Dezvoltarea mamiferelor în era cenozoică nu a fost nicidecum inevitabilă. La urma urmei, dinozaurii aviari au supraviețuit. Unii au ajuns la dimensiuni foarte mari și s-au hrănit cu mamifere mai mici. Membrii familiei crocodililor au supraviețuit acestui eveniment și unii au devenit vânători tereștri înfricoșători. Ar fi putut să existe prea bine o a doua epocă a reptilelor, dar de ce anume nu s-a întâmplat acest lucru – de ce mamiferele au devenit o piesă centrală din punct de vedere ecologic – reprezintă o poveste care ne impune să studiem cu atenție evenimentele de după impactul cosmic. Dacă istoria s-ar fi desfășurat într-un mod ușor diferit, chiar și când efectele cele mai îngrozitoare ale extincției s-ar fi încheiat, este posibil ca noi să nu fi apărut niciodată și ca mamiferele să fi rămas niște animale relativ mici care să se fi adaptat pentru a face față unei lumi aflate în strânsoarea puternică a reptilelor. Această poveste cuprinde mult mai multe decât suferința șopârlelor înfricoșătoare, și am decis să scot în evidență organismele mărunte care au

rezistat și, în cele din urmă, au prosperat odată cu decăderea dinozaurilor.

Ceea ce urmează este o prezentare detaliată, realizată capitol cu capitol, a personajelor implicate. Și, ca să fiu sinceră, dacă tot o să am toate aceste animale cu care să mă joc, o să mă distrez făcând și niște speculații. Acest lucru face parte dintr-o îndelungată tradiție în paleontologie, iar combinarea faptelor bazate pe fosile cu ficțiunea bazată pe informație este ceva ce se regăsește în toate expozițiile de muzeu sau toate piesele de artă despre dinozauri pe care le-ai văzut. Am fost uimită de acest lucru în timp ce mă bucuram de puțin timp petrecut cu dinozaurii în Denver, Colorado, unde avea loc o expoziție în centrul căreia se afla un *T. rex* pe nume Sue. Când am trecut, împreună cu prietena mea, de porțile de la intrare unde ne-am validat biletele și am pășit în întunericul expoziției, am fost imediat întâmpinate de privirea unui tiranozaur în mărime naturală care ținea între fălci un mic edmontozaur. Acest tiran era impresionant, părând incredibil de îndesat, dar cu un aer regal deopotrivă, iar ornamentele de la nivelul capului erau acoperite de plăci de cheratină strălucitoare. Sue nu avea nici o coamă, nici urmă de păr pe corp, spre marea mea dezamăgire, dar nu aveam să fiu supărată pe artiștii care creaseră sculptura – facsimilul părea să vină din altă lume, un prilej aproape unic de a vedea un tiranozaur în carne și oase. Dar m-am gândit că mai simțisem așa când vizitasem expoziția *T. rex: The Ultimate Predator* din New York în urmă cu un an. Versiunea muzeului avea o nuanță de portocaliu-aprins, cu o coamă rară de pene rudimentare denumite protopene. Acest *T. rex* ținea fălcile deschise, în timp ce saliva i se revărsa printre dinții de mărimea unor banane, având înfățișarea fermecătoare a unui monstru din serialul *Muppet Show*. Sursa de inspirație era aceeași: oasele unui dinozaur despre care știam de peste un secol și pe care îl cunoaștem mai bine decât restul dinozaurilor. Însă două instituții diferite, care au lucrat cu două echipe diferite de artiști, au venit cu reprezentări ale aceluiași animal care arătau atât de diferit că puteau să fie tot atât bine specii diferite. Fiecare grup de cercetători a luat propriile decizii și a făcut propriile alegeri artistice, ceea ce a dus la versiuni extrem de diferite ale celui mai faimos dinozaur.

Nu are nici o logică să spunem că trebuie să rămânem strict la fapte științifice. Știința este un proces, nu o carte care să ne ofere toate răspunsurile. Faptele și teoriile sunt interconectate și, dacă ne-am baza doar

pe datele brute, nu ne-ar mai rămâne prea multe de zis. O ilustrație dintr-o carte de paleontologie foarte veche, *The World Before the Deluge*, mă ajută să-mi susțin ideea. Atunci când a fost publicată, în 1863, paleontologii erau în continuare interesați de o anumită reptilă din sedimentele de calcar formate în Jurasic și aflate pe teritoriul Germaniei. În 1860 fusese descoperită o pană fosilizată, iar în 1861, un schelet parțial al cărui contur era mărginit de urme delicate de pene. Acesta era *Archaeopteryx*, acel *urvogel* care a reprezentat o punte de legătură din punct de vedere evolutiv între reptile și păsări. Doar că exista o mică problemă: scheletului acestui prim specimen rar îi lipsea cutia craniană. *Archaeopteryx* avea cioc? Avea dinți? Avea și una, și alta? Sau nu avea nici una din astea? Nu exista nici o modalitate de a afla răspunsul la aceste întrebări, așa că *The World Before the Deluge* l-a înfățișat pe *Archaeopteryx* zburând deasupra pădurilor de conifere din Jurasic fără cap.

Dintr-un anumit punct de vedere, descrierea unui *Archaeopteryx* fără cap putea fi considerată corectă. Nu fusese descoperită nici o cutie craniană, prin urmare orice ilustrație care să înfățișeze capul animalului putea să fie cu ușurință respinsă. De fapt, craniul acelui exemplar de *Archaeopteryx* fusese deja descoperit – doar că fusese confundat cu cel al unui pește. Dar știm și că *Archaeopteryx* făcea parte din rândul vertebratelor și, mai mult decât atât, se situa undeva între reptilă și pasăre. Decizia de a ilustra un *Archaeopteryx* fără cap poate fi justificată din punct de vedere științific, dar în același timp demonstrează contrariul a tot ceea ce știm despre animale și anatomia lor. Din punctul meu de vedere, cel puțin, ar fi fost mai bine să estimeze aspectul ipotetic al acestei păsări din Jurasic decât să deseneze un sac de oase dezmembrate și pene în aer ca și cum am fi așteptat să apară un *Archaeopteryx* perfect conservat în carierele de calcar din Bavaria. Și, luând în considerare perioada de peste 80 de milioane de ani care a trecut de la apariția acelui *Archaeopteryx*, am ales să-mi exprim presupunerile legate de lumile cretacică și paleocenică pe baza a ceea ce știm și a ceea ce ne așteptăm să descoperim. Unele dintre lucrurile pe care le-am scris s-ar putea dovedi că sunt greșite. De fapt, sunt destul de sigură că unele vor fi și mă bucur în acest sens. Să faci o estimare și să descoperi că ai greșit este o oportunitate de a învăța ceva. Ca să nu mai menționez că orice perspectivă asupra vieții preistorice este un produs al vremii sale. Așa văd și înțeleg eu sfârșitul erei

dinozaurilor, acesta este punctul meu de vedere actual, aflându-mă în continuare în anii de început ai secolului XXI. Dacă am fi sinceri cu noi înșine și am recunoaște că este nevoie de imaginație pentru a contura un tablou complet al vieții preistorice, atunci am accepta că imaginația noastră are propriile influențe și limite. Dacă cineva ar fi încercat să scrie această carte în urmă cu zece, cincisprezece sau o sută de ani, povestea și viețuitoarele din ea ar fi fost complet diferite. De ce m-aș aștepta să nu mă confrunt cu aceleași constrângeri?

Când eram în clasele primare, profesorii mei de matematică mă țineau minte adesea pentru că explicam ceea ce lucram. Pentru mine nu conta să dau răspunsul corect dacă nu înțelegeam procesul. Asta am încercat să fac aici: să explic cercetările pe care mă bazez și să ofer o perspectivă, dincolo de miturile din paleontologie, cu privire la ceea ce știm și la ceea ce nu am înțeles încă. Ceea ce urmează este materialul brut care m-a făcut să mă gândesc la efectele ploilor acide asupra organismelor ce aveau să devină fosile, la cum anume țestoasele au putut să rămână imersate pe parcursul celei mai devastatoare perioade a valului de incendii și ce mamifere din pădurea de la începutul Paleocenului aveau să întâlnească ulterior. Chiar dacă nu dispunem de o mașină a timpului, măcar cunoaștem anumite perioade de timp cu care să se hrănească imaginația noastră bogată.

ÎNAINTEA IMPACTULUI

În toată perioada preistorică, nu există un alt animal care să ne suscite atenția la fel de mult ca *Tyrannosaurus rex*, regele șopârlelor înfricoșătoare. De când a fost descris în mod oficial în 1905, acest carnivor uriaș s-a remarcat ca fiind dinozaurul absolut. Nu aș putea scrie o carte despre dinozauri fără să ofer acestei celebrități cretacice puțin timp în lumina reflectoarelor. Sursa de inspirație pentru scena de deschidere a cărții nu a fost însă un articol științific sau un sit arheologic, ci o experiență pe care am avut-o în Parcul Național Yellowstone. În timpul unei vizite din 2017, am observat o mulțime de oameni adunați de-a lungul unei benzi de refugiu în Hayden Valley din cadrul parcului. Un bizon murise aproape de drum, aparent din cauze naturale. O astfel de recompensă avea să atragă cu siguranță carnivorele și

deja ajunseseră acvile de munte, corbi și alte păsări răpitoare care se așezaseră pe corpul bătrânului bizon. Problema era că nici una dintre aceste păsări nu putea să treacă dincolo de blana bizonului. Trebuiau să aștepte un alt carnivor care să deschidă acel leș pentru ele. Din fericire, un urs grizzly s-a strecurat dincolo de linia copacilor și s-a îndreptat direct spre bizonul mort, în timp ce valea se cufunda în întuneric. A doua zi, am văzut cum un urs grizzly – probabil același din ziua anterioară – și un lup cenușiu se hrăneau cu rîndul din bizon, în timp ce corbii și alte păsări răpitoare țopăiau în jur ca să înșface și ele ce bucăți puteau. M-am întrebat cum ar fi fost dacă o astfel de scenă s-ar fi petrecut în ecosistemul din Hell Creek în urmă cu 66 de milioane de ani.

Pentru a pregăti scena, m-am inspirat din două tipuri de surse legate de triceratopsul care decedase. Prima se referea la viața socială a acestor animale. În formațiunea Hell Creek și alte formațiuni echivalente, triceratops reprezintă un paradox. Paleontologii au colectat zeci de exemplare de triceratops de-a lungul anilor – mai ales cranii – și, în urma cercetării unei porțiuni din formațiunea Hell Creek, s-a descoperit că această specie era cel mai prolific dinozaur din zonă. Dacă te plimbai prin Hell Creek la finalul Cretacicului, ai fi văzut cel mai probabil acest erbivor cu trei coarne. Totuși, cele mai multe descoperiri ale rămășițelor de triceratops sunt izolate. Nu există cimitire uriașe care să conțină zeci, poate chiar sute de exemplare de triceratops, așa cum se întâmplă în cazul depozitelor sedimentare mai vechi, cu 10 milioane de ani mai devreme. În plus, într-unul dintre puținele depozite cunoscute care adăpostesc oase de *Triceratops* se regăsesc exemplare tinere, care nu au ajuns la maturitate – o caracteristică observată în cazul dinozaurilor non-aviari. Acest lucru poate indica faptul că părinții triceratops nu aveau grijă prea mult de puii lor – îmi cer scuze față de fanii filmului de animație *Tărâmul uitat de timp* –, și astfel puii formau grupuri ca să poată identifica mai bine posibilele amenințări și să-și încerce norocul în cazul prădătorilor. Astfel, trăind și socializând în grup, orice individ avea un risc mai mic de a fi izolat sau de a fi înhățat de un tiranozaur. Poate că și adulții formau turme, dar triceratopșii erau suficient de mari și de bine echipați încât să nu fie nevoiți să-și facă atât de multe griji că aveau să fie prinși într-o ambuscadă de un tiranozaur, iar bătrânul mascul din poveste este un exemplu

al acestei idei.

Modul în care masculul a pierit se bazează tot pe cercetări științifice. Paleontologii știu de decenii întregi că dinozaurii dezvoltau cancer osos. Majoritatea cazurilor identificate până acum se pare că au fost benigne sau că nu au afectat în mod grav sănătatea animalului. Dar în 2020, cercetătorii au raportat primul caz cunoscut de tumoră malignă, descoperită într-un os al membrului posterior, aparținând unui dinozaur care a trăit cu aproape zece milioane de ani înainte de perioada în care au apărut triceratopsii. Osul acestui dinozaur cu coarne, cunoscut drept *Centrosaurus*, a fost găsit într-un depozit vast de oase creat atunci când o furtună de coastă a determinat revărsarea unui râu, ceea ce a dus la inundații, decimând o turmă uriașă de astfel de animale și împrăștiindu-le oasele de-a lungul unei lunci întinse. Întrucât cancerul osos vine la pachet cu faptul că ești o vertebrată, nu este exagerat să bănuim că triceratopsul ar fi putut să sufere de aceeași afecțiune precum ruda sa mai îndepărtată.

După moarte, corpul triceratopsului ar fi fost greu de străpuns pentru majoritatea carnivorelor mici. Un specimen bine-cunoscut de triceratops – care nu a fost descris oficial, deși este expus de ani de zile – indică faptul că acest dinozaur era acoperit de solzi mari. Paleontologii au tot descoperit de peste un secol urme lăsate de pielea acoperită de solzi aparținând unor dinozauri similari și, în ciuda faptului că *Triceratops* ar fi avut un soi de peri aspri sau pene rudimentare, cea mai mare parte din corpul său ar fi fost acoperită de un strat gros protector. Acest lucru ar fi reprezentat o provocare pentru orice necrofag care ar fi dat peste cadavru – pterozaurii cu cioc și păsările din Hell Creek nu aveau acei dinți serați sau maxilare puternice pentru a trece dincolo de pielea animalului și probabil s-ar fi îndreptat spre părțile moi cele mai accesibile, așa cum fac păsările necrofage din ziua de azi.

Faptul că un tiranozaur ar fi fost capabil să străpungă un triceratops adult este confirmat de fosilele descoperite. Deși simulările pe calculator au indicat faptul că tiranozaurii ar fi avut suficientă forță în maxilare pentru a zdrobi oase, confirmarea vine din partea fosilelor de triceratops ce prezintă urme de dinți care pot fi atribuite doar tiranozaurilor. Oasele coxale din alcătuirea scheletului centurii pelviene – cunoscute experților ca MOR 799 – prezintă

găuri adânci care ar fi putut fi produse doar de mușcătura unui tiranozaur mare. S-a descoperit chiar că în câteva cranii de triceratops exista un anumit tipar de urme lăsate de mușcături, indicând cum tiranozaurul a mușcat într-un anumit loc, a sfâșiat în altă parte, a retezat musculatura puternică a gâtului triceratopsului și a desprins craniul de corp – o scenă pe care paleontologii au decis să o expună atunci când încăperile cu fosile de la Muzeul Național de Istorie Naturală Smithsonian au fost renovate.

Dar nu putem spune că *T. rex* a fost doar un necrofag. Ideea datează de la începutul anilor '90 și, în ciuda popularității sale în documentarele televizate și în articolele din reviste, nu a fost niciodată acceptată de majoritatea paleontologilor. De fapt, *T. rex* era și vânător, și necrofag, precum majoritatea carnivorelor din ziua de azi. Dinozaurul prezenta o serie de adaptări pentru un prădător – precum vedere binoculară, care îi permitea să localizeze prada în loc să vadă lucrurile într-un plan bidimensional, așa cum făceau majoritatea erbivorelor – și, în mod firesc, un tiranozaur nu ar fi refuzat o masă gratuită dacă întâlnea așa ceva. De fapt, ceea ce nu se știe încă este raportul dintre prada proaspătă și cadavrele pe care *T. rex* le devora, dar se poate ca acest dinozaur să fi fost precum hiena pătată din estul Africii. Chiar dacă hienele pătate sunt adeseori clasificate ca necrofagi, unele populații își procură până la 90% din hrană vânând. Maxilarele acestora – care, de asemenea, pot să sfărâme oase – sunt bine adaptate atât la doborârea și vânarea prăzii, cât și pentru consumarea cărnii hoiturilor, ceea ce înseamnă că se pot hrăni cu orice găesc. Faptul că erau necrofagi eficienți nu constituie o slăbiciune sau un indicator al faptului că nu aveau forța necesară pentru a vâna. Este o adaptare pe care o dezvoltă astfel de carnivore în perioadele în care prada se găsește din belșug, dar și în perioadele dificile, când meniul este extrem de sărăcăcios. Faptul că tiranozaurii sunt aproape la fel de numeroși în Hell Creek precum unele dintre erbivorele mari confirmă acest tipar, șansele de supraviețuire ale dinozaurului fiind mai mari datorită abilității sale de a transforma chiar și cele mai masive hoituri într-o grămadă de așchii.

Fără îndoială, *T. rex* a avut un impact uriaș asupra mediului înconjurător. Paleontologii clasifică acest carnivor drept un megateropod, care nu este doar un titlu ce sună bine. Adeseori, animalele mari au un impact uriaș asupra mediului – prin ceea ce mănâncă, modul în care se deplasează, ce cantitate de

excremente lasă în urmă. Cu siguranță, *T. rex* intră în această categorie, iar cercetătorii au descoperit recent de ce acest dinozaur a produs un impact atât de mare asupra formațiunii Hell Creek. Ca specie, *T. rex* exista de aproape două milioane de ani. Din ceea ce știm până acum, teritoriul său se întindea din Saskatchewan până în Utah și posibil chiar mai departe în sud până în preistoricul New Mexico. Un studiu recent bazat pe abundența de fosile aparținând speciei *T. rex* a estimat că existau aproximativ 20.000 de exemplare în orice moment dat din acea perioadă. Acest număr este ridicat și scăzut deopotrivă – scăzut în comparație cu numărul de specii de erbivore pe care *T. rex* le vâna, precum triceratopșii, dar și extrem de ridicat pentru un carnivor mare. Adeseori, carnivorele mari au teritorii mai extinse și sunt relativ rare, numărul acestora fiind dictat de disponibilitatea prăzii. Dar, în ceea ce privește alte aspecte ale anatomiei sale, *T. rex* nu prea se aseamăna cu alți dinozauri carnivori.

Dinozaurii non-aviari se schimbau dramatic pe măsură ce creșteau. Deseori, mai ales în timpul cursei de a umple muzeele cu exponate în secolul XX, paleontologii considerau în mod greșit că exemplare care nu ajunseseră la maturitate ale unor specii cunoscute sunt de fapt specii noi – atât de diferit arătau dinozaurii tineri față de părinții lor. Iar *T. rex* nu era o excepție în acest caz. Un exemplar tânăr de *T. rex* avea adeseori membrele posterioare lungi, ceea ce-i conferea un aspect filiform, dar și un bot lung și gros care putea să lase niște mușcăături urâte, dar nu putea să zdrobească oase. Uneori, câțiva indivizi rari din categoria tiranilor tineri erau încadrați în cea de-a doua specie de tiranozauri din Hell Creek – *Nanotyrannus* –, dar acum știm că aceste fosile erau doar exemplare de *T. rex* aflate în procesul de creștere. În timpul primilor cincisprezece ani din viața lor, exemplarele tinere de *T. rex* acopereau nișa carnivorelor de dimensiuni medii din Hell Creek și vânau prăzi mai mici. Astfel, au fost îndepărtate alte specii de prădători de dimensiuni medii, ceea ce însemna că ecosistemul din Hell Creek era diferit în comparație cu mediile în care se află azi marile carnivore. De exemplu, în savanele din Africa de Est, carnivorele variază în dimensiune de la lei la vulpile cu urechi de liliac, formând un continuum. În Hell Creek, existau păsări mici și raptori, dar, cu una sau două excepții, rolul carnivorelor de dimensiuni medii era îndeplinit de exemplarele tinere de *T. rex*. Odată ce

acești tirani ajungeau la vârsta de cincisprezece ani, treceau printr-un proces de creștere dramatică. Adolescenții luau în greutate, craniul lor se lăța în partea din spate pentru a oferi o susținere mai bună mușchilor responsabili de închiderea maxilarelor, iar dinozaurii „sfarmă-oase“ dobândeau înfățișarea familiară, înfricoșătoare care i-a transformat în celebrități printre vizitatorii muzeelor.

Aș fi vrut să pot descrie o confruntare între *T. rex* și cea mai mare pradă pe care dinozaurul a atacat-o, *Alamosaurus*. De exemplu, la Muzeul de Natură și Știință Perot din Dallas, scheletul unui adult de tiranozaur stă chiar lângă cel al unui exemplar de alamozaur ajuns complet la maturitate – iar *T. rex* pare mic.

A. sanjuanensis a fost unul dintre cei mai mari titanozauri și ultimul de acest fel. Acești erbivori erau verii îndepărtați ai genurilor *Apatosaurus* și *Diplodocus*, dinozauri cu gâturi lungi, doar că aceștia trăiau în emisfera sudică în Mezozoic și erau mult, mult mai mari. Unii dintre cei mai mari dinozauri descoperiți vreodată – precum *Argentinosaurus* și *Patagotitan* – erau titanozauri. Și, spre finalul Cretacicului, unii dintre acești dinozauri s-au aventurat spre nord.

Într-o altă perioadă și într-un alt loc, *Alamosaurus* poate că ar fi fost doar un alt erbivor enorm, un alt sauropod exagerat de mare care ar fi consumat vegetația dintr-un habitat incredibil de bogat. Însă acest dinozaur este important. În perioada dintre sfârșitul Jurasicului și începutul Cretacicului, între 155 și 120 de milioane de ani în urmă, sauropodele au prosperat în America de Nord. Dar apoi au dispărut până în urmă cu 68 de milioane de ani. Paleontologii numesc această perioadă „hiatusul sauropodian“, milioane de ani în care ecosistemele din America de Nord din perioada mezozoică s-au schimbat. Sauropodele au fost, în cele din urmă, înlocuite de strămoșii edmontozaurului și ai triceratopsului, care puteau să mărunțească materia vegetală mai bine decât sauropodele. Cu toate astea, sauropodele au supraviețuit în alte părți din lume, în special pe întinderile de uscat aflate la sud de ecuator. În cele din urmă, deplasarea continentelor a oferit o cale pentru ca unii să se întoarcă în America de Nord, reprezentați de *Alamosaurus*.

Până în prezent, paleontologii nu au descoperit fosile de *Alamosaurus* în

formațiunea Hell Creek. Alamozaurii au fost găsiți în principal în regiuni din New Mexico, Texas și Utah, în timp ce *T. rex* a fost descoperit simultan cu acesta doar în Utah. Poate că aceste habitate sudice aveau ceva anume care le făcea să fie preferate de alamozauri sau poate că perioada cretacică s-a încheiat înainte ca dinozaurul să poată să se extindă în continuare spre nord. Dar s-a apropiat atât de mult de ecosistemul din Hell Creek, încât a trebuit să-l strecur cumva.

Paleontologii nu au descoperit încă un cuib de *Alamosaurus*. De fapt, ne lipsesc conexiunile directe dintre ouă, cuiburi și dinozaurii adulți în cazul majorității speciilor. Dar paleontologii au descoperit ouă și cuiburi aparținând altor titanozauri în diferite părți din lume, mai ales în America de Sud. Pe baza acestora, știm că dinozauri precum *Alamosaurus* depuneau ouă rotunde cam de mărimea unui grepfrut. Nu există nici o dovadă că sauropodele adulte aveau grijă de puii lor, și astfel experții au propus ipoteza că acești dinozauri foloseau o strategie de tipul „depune ouăle și pleacă” similară cu cea a țestoaselor marine din ziua de azi. Supraviețuirea speciei depindea de numărul cât mai mare de urmași, mediul fiind inundat cu atât de multe sauropode care eclozau, încât prădătorii nu puteau să le mănânce pe toate. Și știm câte ceva despre cum arătau unii dintre acești titanozauri datorită embrionilor fosilizați. Aceste fosile au indicat că, deși încă se aflau în ou, titanozaurilor le creșteau deja dinți ascuțiți, iar unii aveau chiar și protuberanțe precum niște coarne la nivelul feței care i-ar fi putut ajuta să spargă ouăle – similar cu acel dinte temporar prezent la unele dintre reptilele moderne. În mod cert, șansele nu erau de partea acestor dinozauri chiar dinainte de a se naște, dar, dacă puteau ajunge până la maturitate, deveneau unele dintre cele mai mari animale de pe planetă, măsurând mai mult de 30 de metri lungime, din vârful botului până în vârful cozii.

IMPACTUL

În filme și în cărțile de ficțiune, în muzee și în lucrările științifice, dinozaurii sunt deseori înfățișați ca fiind complet sănătoși și puternici. Când este descris un nou dinozaur, rar se întâmplă ca artiștii să includă răni, semne de boală sau alte probleme cu care s-au confruntat dinozaurii. De aceea, am introdus în

acest capitol un *Edmontosaurus annectens* care se confruntă cu o mâncărime.

Mărețul *Edmontosaurus* a fost unul dintre ultimii hadrozauri, numiți în mod obișnuit dinozauri cu cioc de rață. Nu mi-a plăcut niciodată denumirea – ciocul și mai ales dinții nu te duc cu gândul la rață. Pare mai degrabă să aibă un aspect de lopată. În cazul unui craniu expus la Muzeul de Istorie Naturală din Los Angeles s-a păstrat și partea încrețită, neregulată și pătrătoasă a ciocului unui *Edmontosaurus* pe care alte fosile nu o includ. Însă în acest capitol nu m-am concentrat atât de mult asupra denumirilor, cât asupra problemelor cu care un edmontozaur s-ar fi confruntat în Hell Creek.

Dinozaurii nu erau de neatins. Se răneau, se alegeau cu infecții, își rupeau oase și, de fapt, se confruntau cu aceleași afecțiuni ca noi – inclusiv mici paraziți. Insectele au evoluat odată cu dinozaurii în timpul Mezozoicului, iar printre acestea se numărau și păduchii. De exemplu, paleontologii au descoperit câteva fosile de păduchi în chihlimbar, dar asta nu e tot ce știm. Analizând genetic păduchii moderni, oamenii de știință au putut să-și dea seama că aceștia au proliferat în timpul Mezozoicului – folosind mai ales dinozaurii care aveau pene drept gazde – și au fost nevoiți să caute alte gazde atunci când extincția în masă din Cretacic-Paleogen a decimat mare parte din sursele lor de hrană.

Spre deosebire de triceratops, în cazul căruia rar s-au găsit mai mulți indivizi laolaltă, paleontologii au descoperit straturi sedimentare care conțineau fragmente de oase de la mai mulți edmontozauri. Și deși conținutul acestor depozite sedimentare nu indica neapărat că acele animale au interacționat și în realitate, au fost descoperite suficiente acumulări de rămășițe provenind de la edmontozauri, încât să-i determine pe paleontologi să creadă că acești dinozauri erau animale sociale și se deplasau în grupuri. Ceea ce pare logic dată fiind și anatomia acestor ființe. Edmontozaurul nu fusese atât de înzestrat de evoluție în ceea ce privea autoapărarea. Dinozaurul putea să alerge destul de repede, cel mai probabil mai repede decât un *T. rex*, dar nu avea coadă cu țepi, armură, coarne sau alte structuri cu care chiar să pună pe fugă un tiranozaur înfometat. Pentru edmontozaur era probabil mai important să trăiască în grup și să dea dovadă de vigilență – o tactică folosită de multe erbivore din ziua de azi –, iar cercetările realizate în legătură cu structura oaselor acestor dinozauri indică faptul că hadrozaurii creșteau atât

de repede, încât ar fi ajuns în scurt timp prea mari pentru carnivore ca să poată fi doborâți de acestea. La urma urmei, poate că un edmontozaur cu o lungime de zece metri nu dispunea de prea multe în termeni de arsenal de apărare, dar tot era un animal mare, greu, care ar fi putut rupe niște oase dacă se învârtea de câteva ori sau dacă aplica o lovitură norocoasă cu coada sa groasă și puternică. Precum carnivorele din ziua de azi, tiranozaurii îi alegeau pe cei în vârstă, pe cei bolnavi și pe cei mici ca să-i vâneze, așa că tot ceea ce spera un edmontozaur era să devină prea mare și prea rapid pentru a fi mâncat cu ușurință.

Celălalt dinozaur din acest capitol este *Torosaurus latus*. Criticii din rândul paleontologilor ar putea să se întrebe de ce am inclus acest dinozaur controversat în poveste. S-a dezbătut recent dacă torozaurul era o specie separată de dinozaur cu coarne care trăise alături de triceratops în Hell Creek sau dacă, de fapt, reprezintă stadiul de viață al unui triceratops ajuns la maturitate completă.

Pe de o parte, problema este că exemplarele de torozaur sunt rare. Deși au fost descoperite sute de fosile de triceratops, doar câțiva torozauri au fost identificați. Acest lucru poate fi din cauză că torozaurul este, de fapt, un triceratops adult, reprezentând un stadiu de viață la care au ajuns doar câteva exemplare de triceratops, sau din cauză că era un animal rar care exista în același habitat, sau că avea un habitat principal diferit și că doar uneori coexistă cu triceratops. Ecologiștii numesc acest concept „omogenitate a speciilor” sau proporțiile relative ale organismelor dintr-un habitat. În timp ce diversitatea se concentrează asupra numărului de specii – să spunem douăzeci de dinozauri într-un ecosistem –, omogenitatea este un parametru mai important, care ne spune ce specii sunt numeroase și ce specii sunt rare. În acest caz, triceratops era cel mai întâlnit dinozaur din Hell Creek, în timp ce torozaurul abia dacă era prezent.

Distincția dintre acești dinozauri se face la nivelul craniului. În timp ce triceratopsul are un guler format dintr-un os solid, torozaurul prezintă două mari perforații sau două fose – „ferestre” – în armura de la nivelul gâtului. Mai mult decât atât, fosilele de torozaur prezintă de două ori mai multe epiosificații pe marginea gulerului în comparație cu triceratopsul. Dat fiind că cele mai cunoscute cranii de torozaur sunt relativ mari, pare logic ca acest

dinozaur să fi fost, de fapt, un triceratops mare și matur. Dar istoria descrisă de fosile nu poate fi luată ca atare. Există anumite praguri legate de dimensiuni care favorizează conservarea animalelor relativ mari în defavoarea celor mici. Dinozaurii cei mai mici și cei mai mari erau rareori conservați, avantajăți fiind dinozaurii de dimensiuni medii. Acest lucru înseamnă că exemplarele tinere de torozaur – la fel ca exemplarele foarte tinere de triceratops – sunt extrem de rare. De asemenea, un torozaur care a fost recuperat recent în timpul unor lucrări de construcție la periferia orașului Denver, Colorado, este relativ mic și a fost poreclit „Tiny“. Dacă acest exemplar se dovedește a fi un animal tânăr, aflat încă în creștere, atunci va reprezenta o dovadă puternică în favoarea ideii că torozaurul este o specie diferită, și nu doar un triceratops care a fost identificat greșit.

Dar adevărata vedetă a acestui capitol este asteroidul însuși, un corp ceresc care a schimbat planeta pentru totdeauna. Povestea acestei roci este greu de spus în parte pentru că s-au păstrat foarte puține rămășițe din asteroid. Cu siguranță, concentrația ridicată de iridiu din rocile descoperite în jurul lumii – inclusiv în craterul format în urma impactului – se datorează rămășițelor asteroidului, dar nu există nici măcar un fragment de rocă rămas după impact. Parțial, acest lucru i-a făcut pe paleontologi să fie inițial sceptici față de ipoteza legată de impactul cosmic lansată în 1980 – nu exista nici o dovadă directă. Dar, cu toate acestea, prin săpăturile realizate în stratele geologice ale planetei și observând traiectoriile asteroizilor în spațiu, experții au început să-și facă o idee despre cum arăta obiectul ceresc care a produs extincția în masă din Cretacic-Paleogen și de unde anume venea.

Mici fragmente din regiunea de impact se potrivesc cu un tip de asteroid pe care cercetătorii îl mai văzuseră înainte. Aceștia se numesc chondriți carboniferi. Există câteva clase diferite de astfel de roci, dar ceea ce le transformă într-un grup este faptul că sunt alcătuite în principal din particule de praf și reziduuri nealterate care s-au acumulat din primele zile – relativ vorbind – ale formării universului și care conțin o cantitate mare de carbon în formă de grafit, ce și-a dobândit numele de pe urma faptului că îl folosim la producerea de creioane. Recunoașterea acestui lucru a restrâns aria de căutare, având în vedere că cercetătorii încercau să identifice originile asteroidului ce a produs extincția în masă din Cretacic-Paleogen printre

indiciile răspândite în urma coliziunilor cosmice care se produsesea cu milioane de ani înainte de evenimentul fatidic.

O ipoteză de lucru este faptul că asteroidul responsabil de această extincție în masă era o rămășiță dintr-o cometă cu o existență îndelungată. Aceste fragmente de gheață și rocă realizează călătorii lungi și de rotație prin sistemul nostru solar. Pot avea nevoie de zeci de milioane de ani pentru a realiza o rotație completă în jurul Soarelui. Și în timp ce fac asta, aceste comete se apropie uneori puțin prea mult de forțele gravitaționale ale Soarelui și ale lui Jupiter, așa cum a făcut cometa Shoemaker-Levy 9 în 1992. Urmărind acest impact, cosmologii și astronomii au învățat puțin mai multe despre ce se întâmplă atunci când planetele sunt lovite de asteroizi și cum anume se desfășoară procesele geologice de mare impact. În plus, este posibil ca asteroidul să se fi desprins dintr-un corp ceresc mult mai mare și mai vechi și să fi fost direcționat spre Pământ de forțele care îi dictează traiectoria prin spațiul cosmic. Ceea ce prezint aici este o poveste hibridă, întrucât cele două idei care stau la baza ei nu se exclud reciproc: un fragment mare de rocă străveche plutea într-o parte îndepărtată a sistemului nostru solar și, când acel corp ceresc s-a desprins, cel puțin o bucată mare a avut ghinionul de a se îndrepta spre Pământ și de a ne lovi planeta – un eveniment atât de rar încât frecvența este măsurată în termeni de miliarde de ani.

Detalii despre viteza, direcția și unghiul de deplasare ale asteroidului sunt estimate pe baza ultimelor dovezi. Este o știință dificilă, un soi de balistică geologică ce trebuie reconstruită în sens invers, pornind de la traiectoria descrisă de impactul produs. Poate că studii viitoare vor modifica unele dintre detaliile legate de modul în care asteroidul a lovit Pământul. De asemenea, știm că asteroidul se deplasa extrem de repede. Este un lucru important pe care trebuie să-l avem în vedere, mai ales dacă ținem cont de faptul că descrierile populare ale impactului produs de asteroid îi înfățișează pe tiranozauri și triceratopși urmărind o dâră de lumină înfricoșătoare care străbate cerul. Probabil că acest lucru nu s-a întâmplat. Locuitorii planetei de la finalul Cretacicului nu au văzut mai nimic pe cer înainte de impactul cosmic. Evenimentul s-a petrecut atât de repede, încât n-ar fi avut cum să vadă vreo coadă luminoasă care să treacă pe deasupra acestora. De asemenea, momentul impactului este deseori prezentat precum o lumină extrem de

orbitoare similară cu bombardamentele nucleare înfricoșătoare lansate asupra orașelor Hiroshima și Nagasaki la finalul celui de-al Doilea Război Mondial. Când impactul cosmic care a determinat extincția în masă din Cretacic-Paleogen este comparat cu o serie vastă de explozii nucleare care au loc în același timp, această asocieră metaforică influențează paleoarta. Dar nu avem nici un indiciu care să ne spună dacă prăbușirea asteroidului a produs o lumină similară cu cea creată de o bombă puternică și cu atât mai puțin dacă o astfel de lumină ar fi ajuns să fie văzută de ființele care trăiau în Hell Creek. Dar mai important pentru povestea noastră – și cu un impact mult mai profund – este valul de căldură transmisă prin radiații infraroșii care a urmat impactului cosmic pe măsură ce au început să cadă reziduuri din partea superioară a atmosferei. Acest flux excesiv de radiații infraroșii avea să cuprindă toată lumea și nimeni nu avea să scape de el.

Sfârșitul acestui capitol, despre *Quetzalcoatlus*, se bazează pe ipoteza că acești pterozauri enormi ar fi putut să realizeze o circumnavigație în jurul globului. Având înălțimea unei girafe din ziua de azi, atunci când stătea în picioare, și cu o anvergură a aripilor comparabilă cu cea a unui mic avion cu elice, *Quetzalcoatlus* a fost unul dintre cele mai mari animale zburătoare – dacă nu chiar *cel mai mare*. Această specie forța într-adevăr limitele legate de cât de mare poate fi o vertebrată care poate să zboare – faptul că se aruncau în sus în maniera în care era executată o săritură cu prăjina le-a permis acestor animale să aibă suficient avânt pentru a se putea ridica de la sol. Și odată ridicate în aer, au presupus paleontologii, *Quetzalcoatlus* și alți pterozauri similari ar fi putut să parcurgă aproape 1.600 de kilometri fără să facă nici o oprire. Aceste reptile zburătoare fantastice ar fi putut să traverseze continente și, la fel ca păsările care zboară deasupra Pacificului în ziua de azi, ar fi putut să-și petreacă timpul în diferite părți din lume.

Dar partea dificilă legată de studierea pterozaurilor este aceea că oasele lor sunt extrem de greu de găsit. Dacă ai vreodată șansa de a vedea oase de pterozaur fosilizate adevărate într-un muzeu, adeseori arată ca și cum sunt niște bucăți de carton mototolit. Sunt atât de subțiri și pline de saci cu aer – ceea ce le reduce greutatea, pentru a le permite reptilelor să zboare –, încât se pot rupe cu ușurință în timpul procesului de conservare, chiar și atunci când au rezistat suficient de mult pentru a fi îngropate. În unele locuri, tot ceea ce

știm despre o anumită specie de pterozaur se rezumă la un fragment de craniu sau un os rupt al unui membru. Astfel, în cazul lui *Quetzalcoatlus*, paleontologii vor trebui să găsească oase ale acestui pterozaur în diferite locuri de pe planetă pentru a confirma că el călătorea cu adevărat în jurul lumii. Aspectele care țin de aerodinamica zburătoarei uriașe indică faptul că ar fi putut face acest lucru, dar descoperirea dovezilor relevante va fi o sarcină foarte dificilă.

PRIMA ORĂ

Vreme de peste un secol, *Ankylosaurus magniventris* a fost descris drept un „tanc viu“. Este greu să găsești o analogie mai bună pentru acest dinozaur erbivor cu membrele scurte. Fiind cel mai mare dintr-o familie al cărei nume îl poartă, *A. magniventris* era o prezență rară în ecosistemul din Hell Creek care totuși dădea mari bătăi de cap tiranozaurilor. Din vârful botului și până în vârful cozii sale în formă de buzdugan, acest dinozaur era efectiv acoperit complet de o armură osoasă.

Ankylosaurus nu era singura specie de acest tip prezentă în ecosistemul din Hell Creek. În ultimii ani, paleontologii au recunoscut o altă specie provenind dintr-o ramură adiacentă a arborelui filogenetic al dinozaurilor cu armură (care constituie grupul Thyreophora): *Denversaurus schlessmani*. Cele două specii pot fi diferențiate în funcție de armurile lor. Fiecare dintre acești dinozauri mari prezintă diferite tipuri de plăci osoase de origine dermică sau „oase dermice“ pe corp; *Ankylosaurus* avea o coadă mare și groasă, în formă de buzdugan, față de *Denversaurus*, care nu prezenta așa ceva.

Încă de când ankylozaurul a fost descoperit de oamenii de știință, pentru paleontologi a rămas în continuare un mister pentru ce anume era folosită coada în formă de buzdugan. Cea mai evidentă funcție ar fi de armă de apărare. Protuberanța era de origine osoasă, cam la fel de mare precum craniul dinozaurului, susținută în aer de vertebrele specializate ale cozii. Acestea erau susținute, la rândul lor, de tendoane osificate rigide și de un „mâner“ alcătuit din vertebre interconectate care ofereau sprijin eficient pentru acea protuberanță. Faptul că în cazul unor specii de tiranozaur s-au descoperit tibii fracturate i-a făcut pe unii paleontologi să propună că aceste

cozi în formă de buzdugane apăruseră în principal ca o modalitate de a se apăra de carnivorele mari și insistente. Ceea ce nu exclude faptul că tiranozaurii ar fi putut să se aleagă cu oase rupte din alte motive, așa cum există alți factori care ar fi putut să modeleze natura cozii de ankylozaur. Este posibil ca această armă să fi fost folosită în lupte dintre rivali sau ar fi putut să acționeze chiar ca momeală, păcălindu-i pe tiranozaurii flămânzi să muște capătul bombat al cozii în loc de capul animalului. Este extrem de dificil să deslușești aceste tipuri de comportament în absența unei fosile care să surprindă acel comportament, precum doi ankylozauri lovindu-se unul pe altul cu cozile lor în formă de buzdugan. Prin urmare, întrebările legate de aceste cozi au rămas în continuare fără răspuns. Efectele declanșate de impactul cosmic cu care nefericitul nostru ankylozaur a trebuit să se confrunte sunt însă confirmate de alte dovezi.

Datorită numeroaselor studii legate de craterul din Chicxulub și zonele înconjurătoare, geologii au putut să pună lucrurile cap la cap și să construiască o imagine a devastării în zona în care s-a prăbușit asteroidul. Aceste informații au fost obținute cu greu – astfel de evenimente sunt rare, mai ales când impactul determină topirea meteoritului, iar ceea ce înainte fusese rocă solidă se transformă într-o supă cu o consistență groasă. Pe lângă toate acestea, tsunamiurile imense create de prăbușirea asteroidului au spălat cantități imense de sedimente care s-au redepozitat peste locul impactului. Nu e vorba de dovezi clare ale unui impact, ca și cum ne-am uita la un crater de pe Lună. Devastarea produsă în urma coliziunii a acoperit rocile afectate și deformat, o mărturie a cât de puternic a fost acest eveniment.

Însă situația cu care s-a confruntat ankylozaurul în Hell Creek este reconstruită pe baza a ceea ce s-a descoperit într-un sit arheologic controversat din Dakota de Nord denumit „Tanis“. Această zonă s-a bucurat de o mare atenție din partea presei în primăvara anului 2019, după un articol din *New Yorker* și un studiu care documentează acest loc. Asta a dus la acuzații că descoperitorii inițiali ai sitului nu au fost recunoscuți cum se cuvine și că unele dintre descoperirile prezentate de presă nu fuseseră publicate sau verificate. În locul animalelor care fuseseră conservate în acest sit arheologic, studiul s-a concentrat mai mult asupra geologiei – iar de aici am preluat succesiunea evenimentelor pe care le-am pus cap la cap. Din ceea

ce reușiseră să-și dea seama autorii studiului, impactul cosmic produs în zona Chicxulub a zguduit efectiv Pământul. Energia eliberată de impact s-a răspândit în exterior, fiind transmisă în Hell Creek prin mai multe unde seismice în prima oră de la ciocnire. Toată această zguduire, în schimb, se pare că a produs revărsări ale unora dintre întinderile de apă din Hell Creek. Lacurile și poate chiar ce a mai rămas din Marea Interioară Vestică au acționat ca niște bazine de înot. Când s-au produs cutremurele, apa din aceste bazine a început să se reverse și să inunde malurile, ridicând sedimentul de pe fund și împrăștiindu-l de-a lungul teritoriului sub forma unor inundații localizate. Fosilele mici și cochiliile sunt o mărturie a violenței acestui eveniment. Printre reziduurile descoperite în situl arheologic din Dakota de Nord sunt fragmente de amoniți, rude cu cochilii spiralate ale calamarului, care au trăit și au murit în Marea Interioară Vestică. Aceste fosile aparțineau unor animale care trăiseră cu milioane de ani înainte de apariția lui *T. rex*, atunci când zona era acoperită de apă. Puterea valurilor seismice le-a scos din stratul de sediment de pe fundul lacului, amestecându-le cu fosile mai recente. Dacă această serie de evenimente va fi susținută de analize viitoare, atunci situl arheologic poate oferi o imagine rară despre ce s-a întâmplat la scurt timp după ce asteroidul s-a îngropat în scoarța planetei noastre.

Întrucât o mare parte din carte se concentrează asupra formațiunii Hell Creek, am vrut să mă asigur că acord atenție și evenimentelor care s-au petrecut în alte părți. Reptila marină *Morturneria* mi-a oferit ocazia de a-mi îndrepta atenția asupra Antarcticii. S-a descoperit recent că acest plesiozaur cu gâtul lung, descris pentru prima dată în 1989, își filtra hrana. Dinții săi mici și adunați erau echivalentul fanonului de la o balenă mare – o plasă naturală care reținea fragmentele mici de hrană. Acest rol ecologic este justificat, dat fiind că paleontologii prezentaseră anterior dovezi că unii plesiozauri cu gâtul lung se hrăneau cu ceea ce găseau pe fundul mării. În loc să-și unduiască gâtul precum niște șerpi, ceea ce reprezentase imaginea clasică oferită de paleoartă, unii plesiozauri cretacici scurtau prin nisip și cerneau fundul oceanului pentru a prinde crabi, bivalve și alte nevertebrate. Se poate ca rigolele ciudate care au fost descoperite în sedimentele marine să fi fost realizate tot de plesiozauri, care se deplasau înainte și înapoi în timp ce filtrau cu ajutorul maxilarelor materia de pe fundul mării. Desigur, nu toți

plesiozaurii făceau acest lucru. De-a lungul timpului, plesiozaurii s-au hrănit cu pești, cefalopode și alte reptile marine. Dar, așa cum dinozaurii și mamiferele creaseră noi nișe pe uscat în timpul erei mezozoice, la fel au făcut și plesiozaurii în mări.

Sfârșitul capitolului, când mici fragmente de reziduuri în flăcări încep să cadă peste acel exemplar nefericit de *Morturneria*, reprezintă o extrapolare. Astfel de mici sferule care erau reziduuri produse în urma topirii asteroidului au fost descoperite peste tot în lume, iar acestea au început să cadă la scurt timp după impact. Nu se știe cu siguranță dacă ele au ajuns în Antarctica în prima oră de la producerea impactului, dar, cu siguranță, s-a întâmplat în prima zi. Deși unele dintre aceste reziduuri proiectate s-au dezintegrat prin ardere la contactul cu atmosfera, contribuind la creșterea temperaturilor din prima zi a Paleocenului, faptul că au fost descoperite sferule și cuarț de impact în stratele geologice de pe tot cuprinsul planetei reprezintă dovada că multe au rămas intacte suficient cât să se păstreze în istoria geologică a planetei.

PRIMA ZI

Prima zi din Paleocen este considerată cea mai îngrozitoare zi din istoria vieții pe Pământ. Cele mai multe dintre distrugerile provocate pe termen lung de această catastrofă s-au petrecut în primele 24 de ore de la impact, o devastare greu de înțeles sau de exagerat.

Ca să fim clari, nu există nici un strat de rocă anume care să poată fi identificat de geologi sau paleontologi ca aparținând chiar primei zile din epoca Paleocenului. Deși datarea radiometrică a estimat mai bine momentul impactului și finalul Cretacicului, tot mai există niște erori legate de oricare astfel de estimare, iar fiecare strat de rocă poate reprezenta orice perioadă de timp, de la minute la decenii, în funcție de cum s-au format aceste straturi. De asemenea, fiecare perioadă geologică prezintă o linie de demarcație atunci când se termină o perioadă și începe alta. În cazul perioadei cretacice, stratul-limită care conține o concentrație ridicată de iridiu, sferule și cuarț de impact este considerat în mod formal linia de diviziune geologică, iar momentul în care asteroidul a atins suprafața Pământului este considerat în mod informal

momentul în care s-a încheiat perioada cretacică și a început cea paleocenică. Acest lucru înseamnă că dinozaurii non-aviari nu au dispărut la finalul Cretacicului, așa cum se afirmă deseori, ci în prima parte a epocii Paleocenului – cel mai probabil chiar în prima zi. Dat fiind că Paleocenul face parte din era cenozoică sau epoca mamiferelor, iată de ce unul dintre cele mai utile articole despre ce s-a întâmplat în această primă zi este intitulat „Supraviețuirea în primele ore ale Cenozoicului“.

Ceea ce știm despre evenimentele înfiorătoare din această primă zi nu se bazează pe observații directe ale rămășițelor fosilizate din straturile de rocă, ci pe extrapolare de la ceea ce s-a văzut în depozitele sedimentare până la efectele produse la nivelul întregii planete. Este clar, de exemplu, că prăbușirea asteroidului a trimis o cantitate vastă de reziduuri în atmosfera Pământului. Bazându-se pe acest lucru, geologii au estimat volumul de reziduuri și cât de mult ar fi alterat atmosfera planetei căldura provocată de reintrarea reziduurilor în atmosferă. Cercetătorii au estimat că temperaturile ar fi fost mai ridicate decât cele dintr-un cuptor cu rezistența aprinsă. Căldura a devenit atât de intensă, încât resturile uscate de pădure – de la frunze la copaci – trebuie să fi luat foc în mod spontan pe tot cuprinsul planetei. Pe lângă acest lucru, radiațiile infraroșii produse prin arderea reziduurilor expulzate în urma impactului și reîntoarse în atmosferă au creat atât de multă lumină pe suprafața Pământului până în punctul în care aproape că nu avea să mai fie nici o umbră. Singura modalitate de a scăpa de acest flux de radiații era găsirea unui adăpost – în apă, sub pământ sau într-un alt loc ferit.

Pe parcursul deceniilor de dezbateri și discuții despre extincția în masă din Cretacic-Paleogen, pierderea tragică a unei biodiversități atât de mari a fost adesea tratată ca o criză prelungită și de lungă durată. Chiar și în expozițiile din muzee și în documentare, experții din domeniul paleoartei și-au imaginat deseori dinozauri care apucaseră să tremure de frig și să moară de foame din cauza iernii instalate după impactul cosmic. Însă dovezile actuale sugerează că majoritatea dinozaurilor non-aviari nici măcar nu au supraviețuit atât de mult. Radiațiile infraroșii, împreună cu furtunile de foc care au izbucnit în urma evenimentului ar fi dus la temperaturi suficient de mari pentru a rade efectiv toată materia organică expusă de pe suprafața planetei. Dinozauri precum *Tyrannosaurus* sau pterozauri precum *Quetzalcoatlus* chiar nu ar fi

avut unde să se ascundă, iar același lucru ar fi fost valabil și pentru toate mamiferele, reptilele mici, insectele, plantele, ciupercile și alte forme pluricelulare de viață din regnul animal care se aflau la suprafață. Majoritatea pierderilor provocate de acest eveniment s-au produs aproape imediat.

Discuția despre temperaturile ridicate mi-a oferit șansa de a explora fiziologia dinozaurilor și de a analiza cum au devenit – într-un fel sau altul – animale cu sânge cald. Nici până în ziua de azi paleontologii nu sunt siguri cum anume au reușit dinozaurii să facă acest lucru. Chiar și în rândul animalelor care vor supraviețui, va exista un grup divers de specii care va avea un profil fiziologic diferit conform nevoilor și comportamentelor lor. Ca să nu mai menționăm că lumea nu este împărțită în mod clar între endoterme și ectoterme: de exemplu, sunt animale care pot deveni ectoterme atunci când intră în stare de hibernare, la fel cum sunt și animale a căror temperatură corporală rămâne ridicată din cauza mediului înconjurător, și cu toate astea fluctuează. Absolut clar rămâne însă faptul că nu a existat nici un animal pe Pământ care să poată face față temperaturilor ridicate determinate de căldura transmisă prin radiații infraroșii la nivel global. Singura modalitate de a supraviețui în acele ore cu temperaturi ridicate extreme a fost găsirea unui adăpost, iar mare parte din viața terestră de pe Pământ nu a fost capabilă să facă acest lucru.

Ceea ce ne aduce la câteva viețuitoare care au avut norocul să dezvolte comportamentele și adaptările necesare pentru a supraviețui aceluia val de căldură extremă – micuțul mamifer *Mesodma* și țestoasa *Compsemys*. Poveștile lor sunt o combinație de fapte și de extrapolări din alte surse, o estimare a modului în care ar fi putut să stea lucrurile pentru astfel de supraviețuitori. Ținând cont că atât *Mesodma*, cât și *Compsemys* au fost descoperiți în depozitele sedimentare datând din epoca Paleocenului, dar și de la sfârșitul Cretacicului, putem deduce că un anumit aspect anatomic le-a permis să supraviețuiască evenimentelor care au ucis atât de multe alte forme de viață.

În cazul genului *Mesodma*, știm relativ puține despre anatomie. Mamiferele mezozoice sunt deseori cunoscute și identificate după dinții lor distinctivi. Există două motive. Primul este faptul că, spre deosebire de dinozaurii măreți, speciile de mamifere prezintă dinți cu forme semnificativ

diferite de la o specie la alta. Deși tiranozauri precum *Gorgosaurus* și *Albertosaurus* ar putea fi imposibil de diferențiat sau chiar de identificat pe baza unui singur dinte, fosilele de mamifere prezintă dinți cu proeminente, adâncituri, creste și tuberculi care sunt specifici anumitor specii. Dacă găsești un singur molar, poți să bănuiești despre cine este vorba. Ceea ce ne aduce la cea de-a doua parte a problemei. Deseori, dintr-un exemplar nu rămâne decât un molar. Deși au fost descoperite o serie de schelete de mamifere conservate într-o proporție mai mare în depozitele sedimentare din Cretacicul Superior – precum cel al lui *Didelphodon*, un animal marsupial similar cu nevăstuica –, de cele mai multe ori, singurele părți care se puteau conserva erau dinții. De foarte multe ori, fosilele mai mici se descompun mai ușor sau pot fi înghițite mai repede de necrofagi, așa că mare parte din ceea ce știm despre mamiferele din Mezozoic se fundamentează pe ceea ce am aflat despre dinții acestora, cum sunt molarii multicuspizi pe baza cărora *Mesodma* a fost identificată ca făcând parte din grupul multituberculatelor.

În pregătirea acestei povești, pentru a descrie cum arăta *Mesodma*, mi-am îndreptat atenția către un animal înrudit care trăise cu aproximativ 10 milioane de ani înainte de impactul cosmic. Într-un anumit sit arheologic din Montana unde se găsesc din belșug rămășițe ale cuiburilor de dinozauri și schelete, paleontologii au descoperit fosile într-o stare foarte bună aparținând unei alte specii de multituberculate, numită *Filikomys primaveus*. Aceste animale mici erau săpătoare și trăiau în grupuri – vă puteți face o idee dacă vă gândiți la câinii de preerie care formează colonii întregi în Vestul Statelor Unite. Aceste mamifere trăiau printre dinozauri, uneori ronțăiau oasele șopârlelor înfricoșătoare decedate, așa că păreau niște buni candidați pentru a mă ajuta să descriu stilul de viață al rudelor lor ce aveau să apară mai târziu, *Mesodma* – care era, probabil, tot o specie săpătoare, ținând cont că a supraviețuit și a ajuns în epoca Paleocenului. Cu toate acestea, ideea că *Mesodma* mânca pui de dinozauri atunci când avea ocazia este doar o speculație. Paleontologii au descoperit oase de dinozaur roase de multituberculate și chiar un mamifer asemănător bursucului, numit *Repenomamus*, în intestinele căruia s-au identificat resturi de pui de dinozaur, însă nu există nici o dovadă directă că multituberculatele se hrăneau cu pui de dinozauri. Totuși, dată fiind proximitatea unei surse de hrană atât de

abundente, nu ar fi fost surprinzător dacă micile mamifere și-ar fi procurat mare parte din hrană chiar din apropierea adăpostului lor.

Faptul că *Mesodma* trăia în adăposturi subterane este susținut de studii despre incendiile de vegetație. Naturaliștii au observat de multă vreme că, atunci când izbucnesc incendii de vegetație, mamiferele mici tind să se împrăștie și să se întoarcă – așa cum fac chițcanii – sau să se ascundă în subteran. În acest caz, nu ar fi fost de ajutor să alerge în altă parte. Pur și simplu, nu au avut unde să se ascundă de căldura aceea îngrozitoare. Dar refugiarea în subteran a fost cu siguranță eficientă. Chiar și în caz de temperaturi extreme, căldura nu pătrunde în sol decât la o adâncime de câțiva centimetri. Organismele care s-au adăpostit la o distanță mai mare de zece centimetri de suprafața solului au fost, în general, ferite de efectele produse în prima zi după impactul cosmic.

Soarta țestoasei *Compsemys* este o altă supoziție bazată pe modelul descris de fosilele din straturile sedimentare și pe ceea ce știm astăzi despre țestoase. Această țestoasă este un alt supraviețuitor descoperit atât sub stratul-limită care indică extincția în masă din Cretacic-Paleogen, cât și deasupra acestuia. Însă, în cazul său, este mult mai probabil să fi stat sub apă, în lacuri sau iazuri. Ținând cont de anatomia pe care o cunoaștem, *Compsemys* era foarte similar cu țestoasele de apă dulce din ziua de azi. Botul cârn și ascuțit al țestoasei indica faptul că se hrănea cu carne mai degrabă decât cu plante. Aceste țestoase știau deja cum să stea nemișcate pe fundul lacului, folosind cu precauție fiecare gură de aer ca să rămână cât mai mult timp sub apă cât își așteptau prada, iar biologii au descoperit și că multe țestoase puteau să-și crească timpul petrecut pe fundul apei absorbind oxigenul din apă cu ajutorul celulelor specializate din jurul cloacei. Deși este imposibil să știm cu siguranță dacă *Compsemys* avea o astfel de abilitate în absența unui individ extrem de bine conservat care să conțină țesuturi fosilizate până la nivel celular, faptul că țestoasele existau de atâta vreme și că unele specii din Hell Creek nu ar fi arătat ciudat într-un iaz din epoca noastră m-a făcut să-i confer străvechiului *Compsemys* această abilitate de a-și mări volumul de oxigen necesar. Prin urmare, de vreme ce puteau să rămână în apă pentru câteva ore, țestoasele aveau șanse mari să supraviețuiască pe parcursul celor mai ridicate temperaturi. Apa poate să absoarbă radiațiile infraroșii în straturile de la

suprafață. Organismele semiacvatiche și cele care aveau respirație pulmonară precum crocodilii și țestoasele trebuiau să se confrunte cu neplăcerea de a-și scoate nările deasupra apei pentru a respira, dar, atât timp cât stăteau sub apă, erau protejate de temperaturile ridicate letale.

Pentru a explica faptul că aceste evenimente se petreceau pe tot cuprinsul planetei, și nu doar în vestul Americii de Nord, am decis să mă concentrez asupra Indiei din timpul Cretacicului Superior. La acel moment, India era încă o insulă-continent care era împinsă încet către Asia continentală ca urmare a deplasării plăcilor tectonice. Milioane de ani mai târziu, când această întindere de uscat avea să se ciocnească de Asia, coliziunea va duce la formarea munților Himalaya și le va permite viețuitoarelor care se dezvoltaseră în condiții relative de izolare să se amestece cu cele din Asia. Însă, în perioada din povestea noastră, India era încă o insulă. Printre animalele descoperite până acum se numără *Jainosaurus septentrionalis* – un sauropod cu gâtul lung, o rudă îndepărtată a lui *Alamosaurus* din America de Nord. Deși nu era cel mai mare, acest dinozaur puțin cunoscut ajungea la lungimi care depășeau optsprezece metri. Ar fi fost mult prea mare pentru a se putea ascunde și a se feri de efectele produse de impactul cosmic și, ținând cont că radiațiile infraroșii aveau o acoperire globală, *Jainosaurus* a dispărut cam în același timp cu dinozaurii non-aviari din Hell Creek.

PRIMA LUNĂ

Este o sarcină dificilă să încerci să determini cum arăta viața la o lună după impactul cosmic. Și asta pentru că ideea de lună este un concept pur uman, o împărțire complet aleatorie a timpului care are sens pentru noi, dar nu ar fi avut nici o importanță pentru viețuitoarele de la începutul Paleocenului. Totuși, acest prag de o lună ne oferă ocazia de a studia unele schimbări mai importante și de amploare care au început să se producă în lume.

Am considerat că fiecare capitol al acestei cărți are nevoie de un protagonist viu, de o specie care m-ar putea ajuta să spun povestea lumii cretacice și a celei paleocenice. În acest caz, l-am ales pe *Acheroraptor temertyorum* – un raptor descris recent care se hrănea cu prăzi mici prin pădurile din Hell Creek. Până în prezent, se știe foarte puține despre această

specie. La baza articolului inițial stau niște fragmente de maxilar superior și maxilar inferior – deși au existat discuții în cercurile paleontologice dacă nu cumva *Dakotaraptor* nu este, de fapt, *Acheroraptor* ajuns la maturitate completă. Paleontologii trebuie să descopere mai multe despre ambele forme pentru a fi siguri, în special oase din care se pot preleva probe care să fie examinate microscopic pentru a vedea cum arătau adulții din ambele specii.

Prin urmare, mare parte din ceea ce paleontologii presupun despre *Acheroraptor* se bazează pe comparații cu animale înrudite. Micul raptor din Hell Creek era o rudă a faimosului *Velociraptor* din Mongolia, care făcea parte dintr-o familie de dinozauri denumită Dromaeosauridae. Aceștia prezentau gheare curbate la al doilea deget de la ambele membre posterioare. Așa cum indică urmele lăsate, dinozaurii își țineau aceste gheare suspendate în aer când nu le foloseau și lăsau urme în formă de V pe oriunde treceau. Însă, atunci când *Acheroraptor* își găsea prada, acest mic carnivor probabil sărea pe ceea ce avea să se transforme în cina lui și își înfigea ghearele ascuțite în pradă așa cum fac șorecarii cu coadă roșie sau alte păsări răpitoare în ziua de azi. Și ținând cont de faptul că rudele lui *Acheroraptor* prezintă dovezi ale unor straturi de pene, probabil că *Acheroraptor* a avut pene lungi la nivelul membrelor anterioare, astfel încât să poată bate din aripi ca să-și imobilizeze prada – sau, în alte situații, ca să-i ofere mai multă aderență în picioare pe măsură ce urca zone înclinate. Aceste straturi de pene le-au oferit membrilor din familia Dromaeosauridae abilități aerodinamice, chiar și când se aflau la sol, care le-au permis să devină niște vânători mai eficienți în pădurile cretacice.

Faptul că un *Acheroraptor* mic ar fi putut supraviețui fluxului de radiații infraroșii este o pură speculație. Până în prezent, nimeni nu a descoperit dovezi concludente că vreun dinozaur non-aviar a supraviețuit mai mult de câteva ore de la intrarea în epoca Paleocenului. Puținele cazuri raportate în literatură pot fi explicate de crocodili cu dinți asemănători teropodelor, de oase fosilizate care au fost dezgropate accidental în timpul procesului de erodare și împinse în straturile sedimentare ale Paleocenului sau de greșeli realizate în procesul de datare radiometrică. Totuși, nu este complet imposibil ca cineva să găsească, în cele din urmă, un mic dinozaur non-aviar care a putut să trăiască puțin mai mult decât rudele sale mai mari. Paleontologii au

găsit deja dovezi că unii dinozauri erbivori săpau vizuini, de exemplu. Acest comportament făcea parte din repertoriul dinozaurian. Și, deși este puțin probabil ca *Acheroraptor* să realizeze astfel de vizuini, este complet posibil ca unii dintre acești dinozauri mici să fi profitat de vizuinile abandonate sau de adăposturile subterane construite de alte specii. Mamiferele mici sau țestoasele ar fi putut să sape adăposturi de dimensiuni și adâncimi potrivite pentru un *Acheroraptor* curajos sau pentru alți dinozauri mici ca să se ascundă în ele, ceea ce le oferea cel puțin mai mult timp de trăit. Ținând cont de faptul că paleontologii continuă să excaveze și să studieze straturile sedimentare ale Cretacicului Superior și Paleocenului Inferior, nu va fi o surpriză totală dacă vreo specie de dinozauri non-aviari mici a putut să scape bazându-se pe noroc.

Dar, dacă ar supraviețui, un raptor s-ar confrunta cu o lume dezolantă care va deveni și mai ostilă. Valul de căldură extremă a distrus efectiv lumea împădurită și a nivelat ecosistemul din Hell Creek. Prăzile mici pe care se baza *Acheroraptor* sau orice alt prădător de mici dimensiuni aveau să fie extrem de rare. Acest lucru ar putea explica de ce și păsările cu dinți au dispărut cam în același timp. Efectele geochimice ale impactului cosmic aveau să înrăutățească treptat lucrurile.

Impactul produs de un asteroid nu se rezumă la forța distructivă a corpului ceresc care lovește planeta. Coliziunea a fost atât de puternică și de violentă, încât o parte din roca lovită a fost vaporizată. Geologii au putut să-și dea seama că unele dintre aceste roci erau bogate în compuși ai sulfului, iar studiile despre schimbările climatice provocate de om le-au permis experților să înțeleagă ce pot face acești compuși chimici în atmosferă. Ceea ce știm despre iarna care s-a instalat în urma impactului cosmic în epoca Paleocenului se bazează pe cunoașterea amenințărilor cu care se confruntă lumea noastră modernă. În acest caz, se știe că sulfații sub formă de aerosoli reflectă lumina care vine spre noi dinspre soare. Acest lucru contribuie la răcirea globală a planetei. Geologii au estimat că doar cantitatea de compuși ai sulfului care s-au răspândit prin stratul superior al atmosferei și au fost purtați de curenții de aer de mare înălțime ar fi declanșat o iarnă prelungită în urma impactului cosmic – amplificată de emisiile de funingine din urma incendiilor și de reziduurile proiectate în aer în urma impactului, fragmente

care îngreunau și întunecau atmosfera.

Probabil, te-ai aștepta ca erupțiile puternice din regiunea Capcanele Deccan să fi amplificat aceste probleme. Erupțiile vulcanice intense au fost considerate și înainte cauza schimbărilor climatice produse la nivel global, precum „anul fără vară“, atunci când erupția din 1815 a Muntelui Tambora din Indonezia a determinat scăderea temperaturilor anuale în America de Nord și vestul Europei. De fapt, aceste erupții au fost atât de mari, încât unii geologi au propus înainte ipoteza că ele – și nu impactul provocat de asteroid – constituie factorul principal declanșator al extincției de la finalul Cretacicului. Dar, pe baza cercetărilor recente, povestea s-a schimbat. În primul rând, vulcanii din regiunea Capcanele Deccan nu au erupt doar o dată, ci de mai multe ori – atât înainte, cât și după impactul cosmic. În plus, un studiu din 2020, care a estimat cât anume din planetă putea oferi habitate potrivite pentru dinozaurii non-aviari atunci când s-a produs dezastrul din Cretacic-Paleogen, a arătat că erupțiile vulcanice au redus, de fapt, efectele sulfatilor prin eliberarea în atmosferă de gaze care să determine o încălzire globală. Acest lucru nu doar că a exclus erupțiile vulcanice din regiunea Capcanele Deccan de pe lista de suspecți care să fi provocat extincția în masă, ci a confirmat că iarna determinată de impactul cosmic ar fi fost semnificativ mai îngrozitoare dacă nu ar fi avut loc acele erupții bine sincronizate din India preistorică.

La finalul capitolului, am vrut să întăresc ideea că mamiferele nu au trecut prin extincția în masă fără a fi afectate – și că povestea despre revenirea la viață a planetei nu era aceeași în toate părțile din lume. Multituberculatele fac parte din acea poveste diferită.

Potrivit paleontologilor, primele multituberculale au apărut în perioada de înflorire maximă a diversității mamiferelor din Jurasic. În această perioadă, mamiferele nu mai erau doar insectivore, ci s-au format diferite grupuri asemănătoare castorilor, veverițelor zburătoare, furnicarilor etc. Multituberculatele au îndeplinit rolul rozătoarelor în acea perioadă, devenind unul dintre cele mai de succes grupuri de mamifere din toate timpurile. Ca grup, au supraviețuit chiar și dezastrului provocat de extincția în masă din Cretacic-Paleogen, iar specii precum *Mesodma* aveau să pună bazele viitorului lor.

Totuși, în ciuda succesului lor din timpul epocii dinozaurilor, multituberculatele nu au mai revenit niciodată la statutul lor anterior. De fapt, la 10 milioane de ani după impactul cosmic, multituberculatele dispăruseră. (Data depinde de ce animale fosilizate aparțineau acestui grup, dar chiar și după cele mai generoase estimări aceste mamifere au dispărut acum zeci de milioane de ani.) Multituberculatele au dăinuit timp de peste 100 de milioane de ani – cel mai de succes grup de mamifere care a existat vreodată – dar, cu toate acestea, numărul lor a început să scadă atunci când se presupune că mamiferele trebuie să se fi bucurat de o proliferare. Acest lucru ar putea fi legat de originea rozătoarelor.

Un subiect de mare interes pentru paleontologi și biologii care studiază evoluția speciilor este când anume au început să se diversifice grupurile de animale. Este important să știm cine a evoluat din cine și când anume. Aceste tipare de diversificare sunt esențiale pentru înțelegerea unor evenimente majore precum extincțiile în masă. În cazul păsărilor, de exemplu, cercetătorii au descoperit recent că unele grupuri – precum anseriformele – au apărut și au început să prospere *înainte* de impactul cosmic, și nu după acest eveniment, așa cum s-a crezut înainte. Același lucru este valabil și în cazul mamiferelor. Deși lumea paleocenică a asistat la propulsarea mamiferelor pe culmile evoluției, unele grupuri de mamifere moderne își au originile în Cretacicul Superior – iar printre primele specii de succes s-ar fi aflat rozătoarele.

Până în prezent, nimeni nu a descoperit fosile de rozătoare datând de la începutul Paleocenului. Existența unui astfel de animal este sugerată de date generice și de ceasuri moleculare care estimează când au apărut anumite mamifere, dar, cu toate acestea, nu a fost descoperită încă nici o fosilă cu care să fi fost asociat animalul din acest capitol. De asemenea, anatomiștii presupun că primele rozătoare nu erau precum șobolanii sau șoarecii, ci semănau cu o specie încă existentă, și anume castorul de munte (*Aplodontia rufa*), care trăiește pe pajiștile montane în Pacificul de Nord-Vest. Dinții și alte trăsături anatomice îi încadrează în clasa rozătoarelor. Aceștia își petrec cea mai mare parte a timpului adunând mâncare la câțiva centimetri de vizuinile lor, unde trăiesc singuri. Este imposibil să ne dăm seama dacă primele rozătoare aveau aceste deprinderi, dar anatomia castorului de munte

ne ajută să ne facem măcar o idee despre cum arătau primele rozătoare din lume.

Se poate ca ceea ce le-a permis rozătoarelor să se impună și, în cele din urmă, să se răspândească pe cuprinsul lumii să fie doar o chestiune de noroc. Timp de zeci de ani, paleontologii au dezbătut de ce rozătoarele au putut să evolueze și să prolifereze când această nișă era deja ocupată de multituberculate. De fapt, în unele părți din lume, se pare că rozătoarele nu au avansat până când multituberculatele nu au început să dispară. Dar analize recente despre ce animal a trăit în ce loc și în ce perioadă sugerează că multituberculatele din Asia nu și-au revenit la fel de bine precum cele de pe alte continente. Aici multituberculatele au fost afectate grav și, pe baza combinației dintre informațiile genetice disponibile și cele despre fosilele descoperite, rozătoarele au fost printre nou-veniții de pe continent, apăruiți ca urmare a diversificării. Rozătoarele au putut să ocupe nișele eliberate de multituberculate, ajungând, în cele din urmă, să le îndepărteze. În plus, din motive încă neînțelese, se pare că rozătoarele și rudele lor au putut să-și revină mai repede decât multituberculatele și alte forme de mamifere mai primitive. Poate că a existat o diferență în procesul de reproducere care le-a permis rozătoarelor să aibă mai mulți descendenți într-un ritm mai rapid, ocupând tot mai mult din nișa multituberculatelor care au ajuns, în cele din urmă, să fie decimate. În mod neîndoielnic, povestea lor va fi schimbată odată cu descoperirea mai multor fosile și cu realizarea altor analize, dar, pentru moment, declinul multituberculatelor pare să fie asociat cu progresul rozătoarelor.

DUPĂ UN AN DE LA IMPACT

Imaginează-ți o iarnă care a durat ani întregi. Potrivit calculelor făcute pe baza diverșilor compuși care au determinat încălzirea și apoi răcirea planetei, compuși care au fost eliberați în aer în urma impactului cosmic, în urma erupțiilor vulcanice din regiunea Capcanele Deccan și în urma proceselor naturale ale Pământului, geologii au estimat că iarna provocată de impactul cosmic s-a extins pe o perioadă de până la trei ani, după care a început să regreseze.

Din perspectiva timpului profund, trei ani nu înseamnă nimic. Trei ani nu ar fi nici măcar o fracțiune de secundă în comparație cu miliardele de ani de când există Pământul. Dar pentru viața de pe Terra acești trei ani au fost critici. Dacă iarna ar fi fost mai lungă de atât, este posibil ca și mai mulți dintre supraviețuitorii cretacici să fi dispărut și ca revenirea lumii în primele zile ale epocii Paleocenului să fi fost și mai dificilă de atât.

O parte din poveste este spusă cu ajutorul plantelor. Ținând cont de ce specii de plante au fost descoperite în stratele sedimentare de deasupra și dedesubtul limitei geologice care indică impactul cosmic, putem spune că vegetația de pe tot cuprinsul planetei s-a confruntat cu propria extincție în masă. La fel ca animalele, plantele au fost afectate de fluctuațiile de temperatură. Căldura emisă în urma impactului a distrus zone vaste din pădurile lumii. Neputând să se deplaseze, singurele plante mature care au avut o șansă de supraviețuire în primele ore ale Paleocenului au fost cele care au rămas cumva protejate de acele temperaturi ridicate și nu au fost pârzolite de incendiile devastatoare care au urmat. La fel ca dinozaurii non-aviari, majoritatea plantelor nu au avut cum să se ferească de dezastrele din acea primă zi de după impact.

Pentru unele plante, modul de reproducere a constituit un avantaj. Plantele care aveau sisteme radiculare ce pătrundeau adânc în sol au supraviețuit, la fel și semințele și fructele cu coajă lemnoasă. Datorită băncii globale de semințe aflate în subteran, lumea a putut să înverzească din nou. Dar exista o problemă. Impactul și incendiile de vegetație au eliberat cantități uriașe de particule și reziduuri în atmosferă. Toate acestea au fost combinate cu efectele produse de compușii sulfului eliberați sub formă de aerosoli, astfel că lumina solară a fost diminuată până în punctul în care ecosistemele au început să intre în declin. Dovezile provenite din oceane, de exemplu, indică faptul că singurele alge care au putut să supraviețuiască au fost cele care s-au hrănit cu alte organisme – rezistând până când lumina solară a revenit și procesul de fotosinteză a putut fi reluat. Iar pe uscat, studiile realizate despre arborii din genul *Mesocyparis* din China – o plantă supraviețuitoare care era prezentă în acea perioadă și în vestul Americii de Nord – indică faptul că acești copaci s-au adaptat pentru a produce conuri cu semințe mai mari, probabil ca o formă de a atrage animalele să le consume și să împrăști acele semințe pe o

suprafață mai mare.

Această conexiune între plante și animalele supraviețuitoare trebuie să fi fost esențială. De la finalul secolului XX, când păsările au fost recunoscute drept descendenți ai dinozaurilor, paleontologii s-au întrebat ce anume le-a permis păsărilor să dăinuie în vreme ce rudele lor non-aviare – efectiv toate speciile și grupurile – au dispărut. Ce le făcea pe păsări să fie speciale? Răspunsul presupune să săpăm mai în profunzime, să trecem dincolo de faptul că păsările au supraviețuit și să ne întrebăm care anume dintre acestea au supraviețuit.

Nu le-ar fi fost de prea mare ajutor să-și ia zborul în timpul valului de căldură extremă de la începutul Paleocenului. Nu ar fi avut unde să zboare, iar cele care ar fi încercat să-și ia zborul ar fi fost expuse unor temperaturi la care efectiv se coceau, ceea ce probabil a dus la moartea pterozaurilor. Este posibil ca păsările care au supraviețuit primei zile de după impactul cosmic să se fi ascuns în subteran sau să fi găsit adăpost în formațiunile de stâncă de-a lungul întinderilor de apă. (Deși existau deja păsări acvatice, acestea nu-și puteau ține respirația sub apă precum țestoasele și crocodilii.) Chiar și atunci când temperaturile au mai scăzut, păsările supraviețuitoare s-au confruntat cu neajunsurile unei lumi care fusese cât pe ce să dispară complet. Precum nefericitul *Acheroraptor*, orice pasăre care se baza pe vânat sau care se hrănea cu prăzi mici a murit probabil de foame. Declinul insectelor – evidențiat de reducerea pagubelor produse la nivelul frunzelor în perioada dintre Cretacic și Paleocen – și extincția în masă a mamiferelor, șopârlelor și șerpilor nu au lăsat loc aproape de nici o îndoială că orice dinozaur mic și carnivor care a supraviețuit și a ajuns în Paleocen avea să rămână curând fără hrană. Aflată sub presiune, lumea avea să favorizeze erbivorii și omnivorii.

Un argument important în favoarea acestei explicații îl constituie faptul că doar păsările cu cioc au supraviețuit extincției în masă din Cretacic-Paleogen și că acestea sunt singurele păsări descoperite în straturile de rocă în ultimii 66 de milioane de ani. Unele linii evolutive au dezvoltat cioc cu mult timp înainte de sfârșitul Cretacicului, o parte din speciile noi de păsări ocupând habitatele din Cretacic. Studiile despre cât de repede se dezvoltau în comparație cu dinozaurii și cercetările despre cum și-au pierdut păsările dentiția au arătat că strămoșii păsărilor moderne au renunțat la dieta lor

carnivoră pentru a se baza mai mult pe plante – de la plante ușor de digerat la fructe și semințe. Parțial, această schimbare a presupus dezvoltarea pipotei, un organ musculos care putea să „macine” efectiv hrana în timp ce trecea prin sistemul digestiv, precum și a ceea ce avea să devină gușa în care păsările puteau să depoziteze hrană suplimentară pentru a supraviețui în perioadele mai grele. Cu alte cuvinte, aceste particularități anatomice nu s-au dezvoltat după impact, ci au existat cu mult timp înainte, iar păsările care au supraviețuit iernii determinate de impactul cosmic au fost cele care au putut să ciugulească semințe și să consume alte surse de hrană cu înveliș dur din pădurile devastate. Ipoteza este încă recentă și ar putea să dezvolte ramificații suplimentare pe măsură ce paleontologii discută ideea, dar până în prezent este cel mai convingător argument care explică de ce păsările cu cioc au supraviețuit, în timp ce păsările cu dinți și dinozaurii de mărimea raptorilor au dispărut.

La finalul capitolului, am decis să mă concentrez asupra unei reptile care are o legătură cu Hell Creek, cu toate că se află într-un loc diferit. *Thoracosaurus neocesariensis* a fost un crocodil similar cu *Gavialis gangeticus* din prezent, care a trăit în habitatele acvatice din Cretacicul Superior și până în Paleocen. Cumva, probabil pentru că s-a ascuns sub apă, a reușit să supraviețuiască. Și există un sit arheologic în sudul statului New Jersey unde au fost descoperite cranii și schelete de *Thoracosaurus* minunat conservate, printre rămășițele împrăștiate ale mosazaurilor, țestoaselor marine, diferiților crocodili și ale altor fosile marine. Este greu de spus ce anume reprezintă exact acest sit arheologic. Multe dintre fosile se găsesc în anumite straturi sedimentare, toate amestecate laolaltă. Este posibil ca unele dintre oasele viețuitoarelor din Cretacic să fi fost scoase la suprafață și apoi redepozitate în straturile sedimentare ale Paleocenului, fiind amestecate organisme care au trăit în vremuri diferite. Dar este posibil și ca acest cimitir vast de rămășițe ale unor organisme marine să reprezinte un moment macabru din extincția în masă – o adunare de viețuitoare care au murit în masă, fiind rapid ucise după impactul cosmic. Ținând cont de acest lucru și știind că *Thoracosaurus* este una dintre speciile care au reușit să supraviețuiască și să ajungă în Paleocen, am decis să-mi imaginez unul dintre crocodilii care au supraviețuit înotând deasupra cimitirului de viețuitoare scufundat pe fundul

lacului, viețuitoare pe care ar fi încercat să le mănânce sau de care ar fi încercat să scape doar cu un an în urmă. Faptul că unele dintre speciile de *Thoracosaurus* care au fost descoperite în această zonă sunt imense, depășind probabil șase metri lungime, sugerează că aceste reptile au fost pentru scurt timp prădătorii din vârful lanțului trofic în zonele de coastă de la începutul Paleocenului.

DUPĂ O SUTĂ DE ANI DE LA IMPACT

Când se încheie o extincție în masă? Este greu de răspuns la o astfel de întrebare. Nu ne ajută nici faptul că inventarul de fosile nu este complet. Un paleobiolog poate să-și dea seama că este vorba despre o extincție în masă din momentul în care speciile dispar mai repede decât rata normală de extincție – adică schimbarea ecologică constantă pe măsură ce unele specii mor și populațiile altora dau naștere unor forme noi, în timp ce populația ancestrală dispare. Însă, când vine vorba de prima parte a Paleocenului, nu avem cum să urmărim ritmul evoluției vieții. De fapt, s-ar putea să nu o putem face niciodată.

Oricât de frumos ar fi, inventarierea fosilelor poate fi și un lucru frustrant. În cazul extincției în masă din Cretacic-Paleogen, e incredibil de dificil de găsit fosile ale organismelor care au trăit chiar înainte de dezastru – care chiar existau în acea ultimă zi din Cretacic. Deseori, se estimează ce specii erau prezente în funcție de ce fosile sunt descoperite cât mai sus în secțiunea geologică. Cu cât o fosilă este mai aproape de stratul-limită, cu atât este mai probabil ca acea specie să fi existat în ziua în care s-a produs impactul cosmic. De exemplu, în cazul dinozaurilor non-aviari, descoperiri precum un craniu de *Triceratops* îngropat la nici un metru de stratul-limită reprezintă o indicație destul de bună că acest dinozaur exista atunci.

Dar aici există doi factori care complică lucrurile. Primul este inventarul de fosile în sine. Acesta nu reprezintă în nici un caz inventarul complet al vieții de pe Pământ. Este inventarul unor descoperiri norocoase – organisme sau urme lăsate de acestea care erau de dimensiunea potrivită și au prins condițiile potrivite pentru a fi îngropate repede și păstrate nealterate. Doar o fracțiune dintre acestea au fost scoase la suprafață și o și mai mică fracțiune

dintre ele au fost descoperite de oamenii de știință. Iar aici intră în joc un fenomen paleontologic numit *efectul Signorr-Lipps*.

Poți să faci acest experiment acasă dacă ai câțiva mici dinozauri de plastic sau câteva jucării care să reprezinte animale. Ia acele jucării în mâini, închide ochii și aruncă-le pe jos ca să se împrăștie aleatoriu. Ceea ce tocmai ai creat acum este o reproducere a inventarului de fosile, vestigii ale vieții împrăștiate de-a lungul timpului. Iată cum se produce acest fenomen. Alege o direcție pentru coloana ta stratigrafică¹⁰ – o parte de jos care reprezintă straturile sedimentare mai vechi și o parte de sus care reprezintă straturile sedimentare mai recente. Acum, cu o ață sau cu o riglă ori doar în minte, trasează o linie ce secționează acel interval de timp. Aceasta e echivalentul unei limite geologice, linie de demarcație pe care geologii o trasează între o perioadă de timp și alta. Deciziile nu sunt chiar arbitrare, dar se bazează pe straturile sedimentare disponibile și țin cont dacă există schimbări majore între ele în ceea ce privește formele de viață. Dar nu aceasta este partea importantă. Partea importantă este că, în cazul oricărei granițe în stratele geologice, organismele au tendința să „dispară” pe măsură ce se apropie de acea graniță. Este pur și simplu natura inventarului de fosile. Uită-te la coloana ta. Să spunem că un mic exemplar de *Pteranodon* se află la câțiva centimetri distanță de stratul-limită și că nu mai există nici unul mai aproape. Dacă ai fi geolog și ai interpreta această dovadă, atunci ai putea spune că *Pteranodon* a dispărut cu mult timp înainte de formarea stratului-limită și că nu era prezent atunci când extincția a avut loc. Însă acest lucru s-ar putea să nu fie adevărat. Poate fi greu să-ți dai seama dacă o specie a dispărut cu adevărat sau dacă nu a fost conservată dintr-un anumit motiv. Paleontologii au chiar și un nume pentru cea de-a doua situație – un *taxon Lazăr* este un organism despre care s-a crezut că a dispărut, dar care re apare mai târziu în inventarul de fosile. Arborii de *Metasequoia* sunt un astfel de caz. Au fost considerate specii dispărute la jumătatea secolului XX și, câțiva ani mai târziu, au fost descoperiți încă existând în pădurile din China. Deseori, declararea extincției unei specii presupune mai mult decât doar absența fosilelor. Trebuie să se lămurească ce s-a întâmplat: Oare o specie a evoluat în alta, s-a schimbat habitatul, sau s-a întâmplat altceva?

Dar cel de-al doilea factor nu este un artefact al științei. Este ceva ce a fost

unic pentru Hell Creek. Când ecologiștii secolului XX au studiat ploaia acidă, au realizat corelația acesteia cu poluarea și cu sulfații din aer. Ținând cont de acest lucru, geologii au putut să prezică încrezători că ploaia acidă s-a numărat printre efectele determinate de impactul cosmic de la începutul Paleocenului. Pornind de aici, studiile despre organisme mici, cu cochilii, numite ostracode – mici crustacee rotunde numite și „embrioni de creveți” din cauza scheletului lor extern similar unei cochilii – au indicat că ploaia acidă ar fi îndepărtat efectiv o parte dintre fosilele din stratele sedimentare care se formau încet. Chiar dacă ploaia acidă nu produce înțepături sau arsuri la atingere, tot putea să acidifice apa și solul până în punctul în care să distrugă unele dintre rămășițele ecosistemului din Hell Creek, ceea ce ar putea explica de ce oasele de dinozaur sunt atât de greu de găsit în stratele din jurul limitei. Incendiile din prima zi a Paleocenului au distrus mare parte din lumea cretacică, iar apoi ploaia acidă s-a ocupat de o parte dintre rămășițe. Să ținem cont și de faptul că inventarul de fosile este incomplet, astfel că este foarte dificil de estimat momentul în care s-a produs impactul.

Dar ploile acide nu au reprezentat o calamitate fără scăpare. De fapt, pe fundul unora dintre iazurile și întinderile de apă din Hell Creek se găseau sedimente de calcar, formate ca urmare a existenței Mării Interioare Vestice. Aceste sedimente au creat un tampon și au neutralizat pH-ul acid al ploilor, ceea ce le-a oferit o salvare amfibienilor. Fapt ce rezolvă parțial misterul legat de extincția în masă din Cretacic-Paleogen.

Spre deosebire de alte vertebrate, amfibienii nu au lăsat în urma lor dovezi ale acestei extincții. Ceea ce poate părea ciudat. Au existat temperaturi extrem de ridicate, o iarnă lungă și ploi acide, ultimele putând afecta uneori amfibienii cu pielea moale și sensibilă, care sunt legați de apă și adeseori respiră prin piele. Faptul că broaștele par să intre în Paleocen neafectate i-a făcut pe unii experți să sugereze că poate unele aspecte ale proiecției legate de impactul cosmic nu erau corecte sau nu erau atât de letale cum se presupusese. Rocile care constituiau fundația ecosistemului din Hell Creek și ale altora asemenea au redus efectele ploilor acide, iar asta ne ajută să explicăm de ce amfibienii au putut să sară peste stratul-limită. Ținând cont de aceste lucruri, l-am ales pe *Eopelobates* drept amfibianul nostru reprezentativ – o rudă primitivă a membrilor familiei Pelobatidae care țopăia prin Hell

Creek. Deși se știe puține despre comportamentul acestui amfibian, mi-am bazat caracterizarea pe obiceiurile amfibienilor moderni și am încercat să-mi limitez speculațiile la acele părți din poveste care ar fi subliniat schimbările de mediu mai mari.

Finalul capitolului se bazează pe fosilele descoperite în Noua Zeelandă. La fel ca în cazul celorlalte viniete, mi-am dorit să îndrept puțin atenția spre un loc îndepărtat de Hell Creek, astfel încât să-ți poți face o idee despre cum anume a afectat acest eveniment întreaga planetă. În acest caz, Noua Zeelandă oferă o dovadă esențială a proliferării ferigilor în timpul extincției în masă din Cretacic-Paleogen. Astfel de evenimente se pot vedea și în ziua de azi, mai ales după producerea unor catastrofe precum erupțiile vulcanice, când ferigile colonizează rapid habitatele afectate. Paleontologii au descoperit dovezi că fenomenul exista încă din preistorie, iar straturile geologice din Noua Zeelandă se dovediseră a fi pline de informații. Ferigile reprezentau până la un sfert din speciile de plante din păduri înainte de finalul Cretacicului, în timp ce după impactul cosmic speciile preistorice de ferigi reprezentau până la 90% din plantele de la începutul Paleocenului. Însă acest val a scăzut odată ce plantele mai înalte din compoziția pădurilor au început să se dezvolte din nou.

DUPĂ O MIE DE ANI DE LA IMPACT

Este un mister ceea ce s-a întâmplat în fostul ecosistem din Hell Creek la o mie de ani după producerea impactului cosmic. Datarea radiometrică nu este încă suficient de precisă ca să ne ofere o imagine clară pentru o perioadă atât de îndepărtată. În schimb, pentru scrierea acestui capitol m-am bazat pe ceea ce știm despre perioadele dinainte și după extincție, studiind ce specii au supraviețuit și ce specii au dispărut pentru a veni cu o idee speculativă despre ce s-ar fi putut întâmpla.

Mi s-a părut că micuțul șarpe *Coniophis* este candidatul potrivit pentru acest capitol, deoarece reprezintă una dintre puținele reptile din Cretacic care au supraviețuit și au ajuns în Paleocen. S-a produs o extincție în masă în rândul șopârlelor și șerpilor – așa cum s-a întâmplat și în cazul dinozaurilor, mamiferelor, păsărilor și altor forme de viață –, dar această reptilă minusculă

a fost una dintre puținele care au supraviețuit în cele mai îngrozitoare condiții. Date fiind dimensiunile mici ale lui *Coniophis*, am presupus că unele exemplare ar fi supraviețuit în vizuini unde temperaturile ar fi fost mai scăzute. De asemenea, ideea potrivit căreia *Coniophis* ar fi putut să-și încetinească rata metabolică în lunile mai reci se bazează pe comportamentul șerpilor actuali care trec prin propria lor formă de hibernare – denumită brumare – în timpul iernii. Nu e încă clar dacă primii șerpi au evoluat ca înotători sau săpători, dar dovezile recente înclină balanța în favoarea celor săpători, așa că am optat pentru acest scenariu în povestea mea.

Ideea că extincțiile în masă nu sunt factorii declanșatori principali ai biodiversității a apărut pe baza unor studii recente, susținute de date solide, ale tiparelor identificate în depozitele sedimentare. Chiar dacă ecosistemele se schimbă după extincțiile în masă – și uneori în mod drastic –, nu există nici un indiciu că o extincție în masă va determina, de fapt, apariția de specii noi doar prin eliberarea nișelor și a habitatelor. Acest lucru este corelat cu ideea de medii adaptative sau cu ipoteza că există un anumit număr de nișe pe care organismele le pot ocupa sau un anumit număr de forme pe care le pot lua. Din acest punct de vedere, speciile sunt direcționate către „vârfuri” adaptative care există într-un mediu, în timp ce formele intermediare ajung să dispară. Acesta a fost un model important în biologia evoluționistă, dar cred că argumentul ar trebui formulat invers. Mai degrabă nișele au fost create de organisme și nu au existat ca să fie ocupate de orice specii care ajung să o facă primele. De exemplu, urmărind tiparele observate în inventarul de fosile este clar că – în general – perioadele cu cea mai mare biodiversitate și cu cele mai diverse forme nu coincid cu cele de revenire după extincții în masă. În schimb, viața chiar a prosperat în timpul Carboniferului, când organismele au început să trăiască într-un mediu nou – pe uscat – și noile interacțiuni au dus la apariția a numeroase specii și forme noi de viață. După producerea extincției în masă din Cretacic-Paleogen nu există nici un semn că dezastrul a fost un factor stimulator care să determine apariția a numeroase specii noi. În schimb, a fost nevoie de timp – milioane de ani – pentru ca interacțiunile dintre supraviețuitori să creeze noi ecosisteme care să creeze, la rândul lor, mai mult spațiu pentru apariția de noi specii.

A fost dificil să selectez un personaj pentru fenomenul opus, iminența

extincției. Nu știm ce specii au pierit în apropierea pragului de o mie de ani de la impactul cosmic. Însă, uitându-mă pe lista de specii care au supraviețuit și specii care au dispărut, am simțit că *Palaeosaniwa* e o alegere potrivită. Am putut să-mi închipui o modalitate prin care exemplarele tinere ar fi putut supraviețui în adăposturi subterane, pentru ca apoi să se trezească într-o lume cu puține resurse. Este posibil ca acest lucru să nu se fi întâmplat. Din ceea ce știm, șopârlele ar fi putut să moară în prima zi de după impact, în zece ani sau în o sută de mii de ani. Inventarul de fosile nu reprezintă o înregistrare fidelă a aparițiilor și disparițiilor. Dar am vrut să demonstrez că extincția nu este sinonimă cu moartea ultimului membru al unei specii. Ecologiștii sunt deseori îngrijorați de extincția funcțională sau atunci când există anumite bariere în calea supraviețuirii – precum faptul că sunt prea puțini indivizi pentru a susține extinderea unei populații – ce nu pot fi depășite. Să comparăm soarta tiranozaurilor cu cea a șopârlei noastre ipotetice. Probabil tiranozaurii au murit cam în același timp, în prima zi din Paleocen. Erau prea mari ca să se ascundă sau să se ferească de căldura produsă de radiațiile infraroșii. Dar micuța *Palaeosaniwa* ar fi putut să supraviețuiască, însă la o densitate a populației mai scăzută. Șopârlelor carnivore le-ar fi fost greu să găsească hrană, ceea ce înseamnă că numărul lor a scăzut până a atins un punct din care populațiile nu au mai putut să-și revină sau să se mențină. Cu alte cuvinte, specia acestor șopârle a dispărut chiar dacă unii indivizi erau încă în viață.

Sfârșitul capitolului, în care sunt prezentați cocolitoforii, se bazează pe un studiu recent despre aceste alge descoperite de-a lungul stratului-limită al extincției în masă din Cretacic-Paleogen. O serie de fosile mici și bine conservate au indicat o schimbare majoră la nivelul cocolitoforilor în jurul aceluși moment, și anume faptul că specii care puteau să se deplaseze – și astfel să urmărească și să vâneze prăzi mai mici – le dominau pe cele care se hrăneau prin fotosinteză. Însă, după iarna produsă de impactul cosmic, diversitatea și diferențierea cocoliților cresc din nou, indicând faptul că reducerea luminii solare a avut repercusiuni majore pentru oceane. Mai mult decât atât, această poveste este un exemplu potrivit despre cum are loc supraviețuirea în timpul crizelor ecologice. Organismele nu pot anticipa ce urmează sau nu-și pot face planuri pentru viitor. În schimb, existența unui

grad mare de diversitate – în interiorul unei specii sau între specii – crește șansele ca unele organisme să aibă trăsături care le permit să supraviețuiască unor perturbări majore. Unele dintre aceste catastrofe – precum fluxul de radiații infraroșii – sunt fără precedent și, prin urmare, vor pieri multe specii, dar unele reușesc să supraviețuiască. Cu alte cuvinte, cocoliții au avut noroc că puteau să vâneze și să se hrănească prin fotosinteză deopotrivă, iar acest lucru le-a permis ecosistemelor oceanice să-și revină mai repede decât ar fi făcut-o dacă declinul planctonului ar fi fost total. Aceasta este ideea de contingență în istoria evoluționismului: ceea ce s-a întâmplat în trecut constrânge ceea ce se poate întâmpla din acel punct încolo.

DUPĂ O SUTĂ DE MII DE ANI DE LA IMPACT

Oricât de devastatoare a fost extincția în masă din Cretacic-Paleogen, mare parte din evenimente s-au încheiat după o sută de mii de ani. Pădurile au crescut din nou, supraviețuitorii din Cretacic pregătind terenul pentru un nou moment evolutiv în care angiospermele (plantele cu flori) aveau să devină dominante față de gimnosperme (conifere) în multe dintre pădurile planetei. Au apărut noi specii de mamifere, păsări și alte viețuitoare, dar acest lucru nu însemna că influența extincției fusese complet îndepărtată. Este o lume care încă se reface de pe urma dezastrului, deși vegetația abundă.

Păsările supraviețuitoare vor juca un rol critic în această poveste. Analizele moleculare realizate în cazul păsărilor indică faptul că multe grupuri moderne au început să se formeze și să se dezvolte în timpul Cretacului Superior. Acele linii evolutive de păsări cu cioc au supraviețuit impactului și au ajuns în Paleocen, având astfel mai multe opțiuni de a evolua. Nu există nici o dovadă că pterozaurii au ajuns în Paleocen; prin urmare, în acest moment, până la apariția liliecilor, care va avea loc în următoarele milioane de ani, păsările sunt singurele vertebrate zburătoare de pe planetă. Analizând fosilele din Cretacic și din Eocen, paleontologii au putut să anticipeze că Paleocenul a fost critic pentru evoluția păsărilor. Unele dintre vertebratele aviare care au evoluat în această perioadă nu ar arăta ciudat într-o pădure modernă, iar lucrul important e că acest moment evolutiv major pentru păsări le-a oferit probabil caracteristicile care aveau să le facă mai inteligente. Un studiu recent

despre evoluția păsărilor a descoperit că, în cazul lor, creierul nu s-a micșorat odată cu corpul când au evoluat din dinozauri sau în timpul specializării din Paleocen. Prin urmare, s-au ales cu un creier mai mare raportat la dimensiunile corpului. Acest lucru nu condiționează inteligența – aceeași tendință nu este observată în cazul mamiferelor preistorice –, dar oferă acea oportunitate pentru dezvoltarea inteligenței uluitoare a unor păsări precum corvidele sau papagalii, ce aveau să apară ulterior.

Desigur, povestea mamiferelor este o parte esențială din acest tablou. Totuși, este dificil să descopăr ce mamifere existau la o sută de mii de ani de la încheierea perioadei cretacice. Decizia de a-l alege pe *Baioconodon denverensis* se bazează pe descoperirea acestui mamifer în straturile sedimentare din timpul Paleocenului, la periferia orașului Denver din statul Colorado. Straturile de roci din Bazinul Denver au fost datate recent ca parte a unui studiu mai mare – care va avea o importanță mai mare în capitolul următor – și astfel *Baioconodon* este un bun exemplu de mamifer care cutreiera pădurile în acea perioadă. Am ales să-l înfățișez înghițind un păianjen, insectele constituind o veche sursă de hrană pentru mamifere, una la care au început să renunțe în timpul Paleocenului. Primele mamifere placentare erau probabil insectivore în Cretacic. În afară de anatomia lor, studiile genetice ne arată că primele mamifere placentare prezentau cinci copii funcționale ale unei gene care produce proteina numită chitinază – o enzimă digestivă care descompune exoscheletul artropodelor. Probabil, *Baioconodon* ar fi moștenit câteva copii funcționale ale acestei gene, mai ales dacă era un mamifer omnivor. Geneticienii au presupus însă că, atunci când mamiferele au început să se împartă în noi familii, cu noi specializări, unele au început să nu mai sintetizeze enzimele care puteau descompune chitina.

În acest capitol, am vrut să aduc în atenția cititorului și un crocodilian. Aceste reptile sunt deseori considerate fosile vii, care practic au rămas neschimbate din epoca de glorie a dinozaurilor. Paleontologii știu de multă vreme că acest lucru nu este adevărat. Primii crocodili au fost animale terestre, iar Mezozoicul a cunoscut o explozie de schimbări în privința crocodililor. Existau crocodili care alergau prin păduri, înotau în mări, atacau prin surprindere dinozauri pe malul apei și aveau chiar și dentiție similară cu cea a mamiferelor pentru a consuma o varietate de surse de hrană. Dar orice

crocodil terestru care a existat în ultima zi a Cretacicului a fost repede decimat până la dispariție. Din ceea ce știm, singurele specii care au supraviețuit erau cele semiacvatice și care se bazau pe mediul acvatic pentru protecție. Chiar dacă în timpul Cenozoicului vor apărea din nou crocodili tereștri, similari cu dinozaurii – unii având chiar membre terminate cu un soi de copite –, noile specii vor porni de la acest plan anatomic de bază. Existența unui astfel de animal la o sută de mii de ani după impactul cosmic se bazează, de asemenea, pe fosilele din acea perioadă care au fost descoperite în Bazinul Denver, îngropate în niște concrețiuni de gresie sau trovanți.

Sfârșitul capitolului prezintă dispariția unuia dintre grupurile mele preferate – amoniții. Aceste cefalopode rotunde erau prezente în oceane înainte ca primii dinozauri să consume coleoptere. Au proliferat de-a lungul Mezozoicului, jucând deseori un rol crucial în menținerea mărilor. Din analiza conținutului intestinal al fosilelor descoperite, știm că unii amoniți se hrăneau cu plancton, mărindu-și dimensiunile și producând numeroși descendenți. În schimb, amoniții deveneau pradă pentru numeroase reptile marine și alte viețuitoare mezozoice. Dar, chiar dacă amoniții au supraviețuit evenimentelor declanșate de impactul cosmic, spre sfârșitul Cretacicului se pare că ar fi fost mai puțini. Nimeni nu știe de ce. Și, cu toate acestea, există câteva dovezi că amoniții au putut să supraviețuiască încă aproximativ o sută de mii de ani după impact. Fosilele de amoniți din Paleocenul Inferior indică faptul că aceste cefalopode au reușit cumva. Dar, așa cum s-a întâmplat și în cazul multituberculatelor, faptul că au supraviețuit extincției în masă din Cretacic-Paleogen nu le-a garantat succesul în lumea paleocenică. Atunci când ecosistemele planctonice s-au prăbușit în timpul iernii prelungite, un număr uriaș de amoniți au murit. Unii paleontologii speculează că amoniții își mâncau deseori propriii descendenți atunci când aceștia din urmă erau suficient de mici pentru a face parte din compoziția planctonică a oceanelor. Acest grup se confrunta cu extincția și este posibil să fi dispărut sau să fi fost nevoit să concureze pentru resursele reduse cu vechile specii de nautili, care au fost mai puțin afectați de extincția în masă. Acest lucru doar adâncește misterul legat de motivul dispariției amoniților. Nu au dispărut cu toții în prima zi din Paleocen, dar cumva nu au mai putut să țină pasul cu ritmul vieții după impactul cosmic.

DUPĂ UN MILION DE ANI DE LA IMPACT

Sursa de inspirație pentru scrierea acestui capitol și, de fapt, pentru întreaga carte provine din Bazinul Denver din Colorado. În perioada în care am început să scriu această carte, o echipă de paleontologi a anunțat descoperirea unui număr incredibil de mare de fosile care arată aparițiile și disparițiile plantelor și animalelor pe parcursul primului milion de ani din epoca Paleocenului.

Unele dintre fosilele descoperite în Corral Bluffs, precum *Baioconodon*, făceau parte din straturile inferioare, apropiate de Cretacic. Dar straturile superioare erau capsule întărite de rocă ce conțineau craniile și alte fosile. Aceste fosile stau la baza reconstituirii lui *Eoconodon* și a crocodilianului din acest capitol. Ambii au fost descoperiți în Corral Bluffs și, până în prezent, *Eoconodon* este cel mai mare mamifer descoperit în acest sit arheologic. Deși, în general, mamiferele din Paleocen nu sunt considerate vedete nici măcar de către paleontologi, să ai un astfel de indicator temporal care să-ți spună cum arăta viața la scurt timp după catastrofa provocată de extincția în masă din Cretacic-Paleogen este extrem de important pentru a înțelege cum și-au revenit organismele după aceste evenimente.

Eoconodon nu a fost un carnivor specializat. Deși mi-am făcut versiunea să tânjească după carne, mamiferul era tot omnivor – fiind probabil precum un coati sau un raton mai mare. Consuma mai multă carne decât unele dintre mamiferele din vremea lui, dar nu era echivalentul paleocenic al vreunui jaguar sau lup. Totuși, mușcătura lui era, cu siguranță, puternică. Craniile de *Eoconodon* descoperite arată că avea oase zigomatice late de-a lungul cărora se prindeau mușchii puternici ai maxilarelor, oferindu-i suficientă forță pentru a consuma o varietate de surse de hrană.

Decizia ca *Eoconodon* să mănânce boabe de fasole este speculativă și folosită aici pentru a ilustra o idee. Una dintre cele mai importante descoperiri din Corral Bluffs nu era un mamifer, ci rămășițele fosilizate ale uneia dintre primele leguminoase. Aceste plante – printre care se află și fasolea – sunt importante, pentru că leguminoasele sunt surse bogate în calorii. Un mamifer poate obține mai multe substanțe nutritive din consumarea acestora decât dacă ar mânca frunze. Evoluția leguminoaselor,

precum și a noilor angiosperme care erau încărcate cu fructe sau ale căror semințe cădeau pe covorul de vegetație al pădurii, le-a oferit mamiferelor din Paleocen o sursă de hrană bogată în calorii, combustibilul de care aveau nevoie pentru a căpăta dimensiuni mai mari și a deveni mai specializate. Așa cum arată un studiu publicat în 2021, chiar dacă dinozaurii nu le-au permis mamiferelor să devină prea voluminoase în perioada Mezozoicului, apariția unei varietăți mai mari de forme a fost condiționată, de fapt, de competiția dintre speciile de mamifere în acest spațiu limitat. Acum, că mamiferele puteau să devină mai mari sau mai mici, carnivore sau erbivore sau să ia orice formă intermediară, povestea lor s-a schimbat rapid.

Însă, spre deosebire de *Eoconodon*, *Purgatorius unio* nu a fost descoperit în Corral Bluffs. În schimb, acest mamifer mic a fost găsit chiar în straturile formațiunii Hell Creek și în straturile care s-au sedimentat peste ele în epoca Paleocenului. Ceea ce se știe despre acest animal se bazează pe fragmente care au fost descoperite, nefiind identificat până acum un schelet complet. Dar, pe baza trăsăturilor anatomice, experții l-au clasificat pe *Purgatorius* drept una dintre cele dintâi primate cunoscute – membri fondatori ai liniei noastre evolutive care au reușit să supraviețuiască extincției în masă din Cretacic-Paleogen și s-au stabilit în pădurile din Paleocen.

Comportamentele sociale ale lui *Purgatorius* pe care le-am inclus în această poveste sunt speculative. Dar, pe baza oaselor gambei și a altor aspecte anatomice ale primatelor, paleontologii cred că *Purgatorius* era similar unui chițcan de copac din ziua de azi. Nu avea vedere binoculară ca noi și nici deget opozabil, dar această viețuitoare – care sărea prin copaci și se hrănea cu insecte – marchează începuturile liniei evolutive de care aparținem. Folosindu-se de chitinaze, *Purgatorius* putea să mănânce insecte – o dietă care s-a schimbat treptat pe măsură ce primatele au continuat să evolueze, să se împartă în noi linii evolutive și să producă o ramură a maimuțelor antropoide care, în cele din urmă, va ajunge să includă și specia noastră.

10. Reprezentare folosită în geologie pentru a indica localizarea pe axa verticală a straturilor sedimentare dintr-o zonă dată (n. tr.).

Mulțumiri

Scrierea unei cărți îți poate da senzația că timpul trece la nivel de ere geologice. Până și paginile seamănă cu niște straturi suprapuse de rocă. Și uneori circumstanțele în care ai început să scrii o carte se pot schimba până ajungi să o termini.

Le sunt extrem de îndatorată lui Lark Willey și Foxfeather Zenkova pentru că m-au încurajat când am venit cu ideea care a devenit, în cele din urmă, *Ultimele zile ale dinozaurilor*. Deși ei fac parte din propria mea perioadă cretacică, nu-mi doresc să desconsider acest trecut.

Încă de când am început să scriu, Bee Brookshire mi-a fost o bună prietenă și o sursă de sfaturi de încredere. Ne-am văzut una pe cealaltă în momente de reușită și de frustrare deopotrivă, dar amândouă am continuat să scriem. Să ai un prieten care trece prin aceleași provocări ca tine contează extrem de mult și a fost o bucurie să sărbătorim împreună micile victorii în munca cu propriile noastre manuscrise. Le sunt de asemenea recunoscătoare lui Carrie Levitt-Bussian, Kit Morgan, Alex Porpora și altor prieteni apropiați care m-au încurajat și mi-au ascultat lamentațiile în timp ce redactam aceste pagini.

Ani întregi m-am tot gândit la ideea de a scrie o carte despre extincție, dar o conversație cu Pat Holroyd, paleontolog la Berkeley, în cadrul unei întâlniri din 2018 organizate de Societatea de Paleontologie a Vertebratelor, m-a făcut să aprofundez ideea. Nimeni nu mai spusese această poveste atât de detaliat până atunci, iar acum, după jumătate de secol de când a început dezbaterea despre decimarea dinozaurilor, sunt suficiente direcții de abordare pentru a le reuni și a compune o poveste întreagă. Votul de încredere pe care mi l-a dat Pat atunci când i-am explicat ideea m-a ajutat să scriu cartea pe care o ții acum în mână.

De asemenea, le sunt îndatorată editorilor mei de la *Smithsonian Magazine* pentru timpul în care am lucrat la această carte, mai ales lui Brian Wolly, Jay Bennett, Beth Py-Liberman și Joe Spring. Faptul că am urmărit subiectul extincției în masă din Cretacic-Paleogen – ca parte din proiectul meu pentru

site-ul online – mi-a permis să fiu la curent cu ultimele descoperiri în acest sens și a contribuit la construirea bazei pentru scrierea acestei cărți.

Deși nu pot să citească aceste cuvinte pe care le scriu, cartea de față a fost posibilă datorită animalelor din casa mea. Jet, Hobbes, Terra și Teddy au dat din coadă și au tors fericiți indiferent dacă într-o zi am scris o mie de cuvinte sau nici măcar un singur cuvânt. Faptul că am animale de companie m-a ajutat să concep unele părți despre mamifere din această carte. O pisică și un câine te pot învăța multe despre ce înseamnă să fii mamifer.

Desigur, orice astfel de carte are nevoie de un agent literar extraordinar și de un editor pe măsură. Deirdre Mullane a fost o susținătoare neobosită a muncii mele, chiar dacă exemplarele aveau să se vândă sau nu, iar Daniela Rapp de la St. Martin's Press a transformat o idee speculativă în ceva mult mai mare decât mi-aș fi putut imagina vreodată. Mai ales într-un an în care depresia și demoralizarea induse de pandemie m-au adus uneori la blocaje scriitoricești, le sunt recunoscătoare pentru răbdarea, observațiile și încrederea că această carte merită să fie scrisă.

Dar, mai presus de orice, îi sunt recunoscătoare iubitei mele, Splash. Una dintre cărțile mele mai vechi, *My Beloved Brontosaurus*, ne-a adus împreună. În zilele bune și în zilele rele, indiferent că am fost încrezătoare în munca mea sau autocritică, ea a zâmbit mereu și mi-a spus: „Abia aștept să-ți citesc cartea“. Și am crezut-o mereu. Ea a fost prima care a auzit aceste povești și a asistat la procesul întortocheat prin care a luat naștere această carte. M-am străduit să scriu ceva care să egaleze cartea care ne-a adus împreună.

Note

1. P. Renne, A. Deino, F. Hilgen *et al.*, „Time scales of critical events around the Cretaceous-Paleogene boundary“, *Science*, vol. 339, nr. 6120, 2013, pp. 684–687.
2. „Rocks at asteroid impact site record first day of dinosaur extinction“, UT News, 9 septembrie, 2019. <https://news.utexas.edu/2019/09/09/rocks-at-asteroid-impact-site-record-first-day-of-dinosaur-extinction/>.
3. E. Molina, L. Alegret, I. Arenillas *et al.*, „The global boundary stratotype section and point for the base of the Danian Stage (Paleocene, Paleogene, «Tertiary,» Cenozoic) at El Kef, Tunisia: Original definition and revision“, *Episodes*, vol. 29, nr. 4, 2006, pp. 263–273.
4. L. Alvarez, W. Alvarez, F. Asaro, H. Michel, „Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction“, *Science*, vol. 208, nr. 4448, 1980, pp. 1095–1108.
5. D. Robertson, M. McKenna, O. Toon *et al.*, „Survival in the first hours of the Cenozoic“, *GSA Bulletin*, vol. 116, nr. 5–6, 2004, pp. 760–768.
6. M. Novacek, Q. Wheeler, „Extinct taxa: Accounting for 99.999...% of the Earth’s biota“, în *Extinction and Phylogeny*, eds M. Novacek și Q. Wheeler, Columbia University Press, New York, 1992, pp. 1–16.
7. D. Jablonski, W. Chaloner, „Extinctions in the fossil record (and discussion)“, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, vol. 344, nr. 1307, 1994, pp. 11–17.
8. R. Irmis, S. Nesbitt, K. Padian *et al.*, „A Late Triassic dinosauro-morph assemblage from New Mexico and the rise of dinosaurs“, *Science*, vol. 317, nr. 5836, 2007, pp. 358–361.
9. P. Wilson, G. Wilson Mantilla, C. Stromberg, „Seafood salad: A diverse latest Cretaceous florule from eastern Montana“, *Cretaceous*

Research, vol. 121, nr. 5981, 2021, p. 104734.

- [10.](#) J. Scannella, D. Fowler, M. Goodwin, J. Horner, „Evolutionary trends in Triceratops from the Hell Creek Formation, Montana“, *PNAS*, vol. 111, nr. 28, 2014, pp. 10245–10250.
- [11.](#) N. Arens, S. Allen, „A florule from the base of the Hell Creek Formation in the type area of eastern Montana: Implications for vegetation and climate“, în *Through the End of the Cretaceous in the Type Locality of the Hell Creek Formation in Montana and Adjacent Areas*, G. Wilson Mantilla, W. Clemens, J. Horner, J. Hartman (ed.), Geological Society of America, Washington, DC, 2014.
- [12.](#) A. Balanoff, G. Bever, T. Rowe, M. Norell, „Evolutionary origins of the avian brain“, *Nature*, nr. 501, 2013, pp. 93–96.
- [13.](#) M. Witton, M. Habib, „On the size and flight diversity of giant pterosaurs, the use of birds as pterosaur analogues and comments on pterosaur flightlessness“, *PLOS ONE*, vol. 5, nr. 11, 2010, e13982.
- [14.](#) T. Ikejiri, Y. Lu, B. Zhang, „Two-step extinction of Late Cretaceous marine vertebrates in northern Gulf of Mexico prolonged biodiversity loss prior to the Chicxulub impact“, *Scientific Reports*, nr. 10, 2020, 4169; T. Tyrrell, A. Merico, D. McKay, „Severity of ocean acidification following the end-Cretaceous asteroid impact“, *PNAS*, vol. 112, nr. 21, 2015, 6556–6561.
- [15.](#) D. Grossnickle, E. Newham, „Therian mammals experience an ecomorphological radiation during the Late Cretaceous and selective extinction at the K-Pg boundary“, *Proceedings of the Royal Society B*, nr. 283, 2016, 20160256; N. Longrich, B. Bhullar, J. Gauthier, „Mass extinction of lizards and snakes at the Cretaceous-Paleogene boundary“, *PNAS*, vol. 109 nr. 52, 2012, 21396–21401.
- [16.](#) D. Robertson, W. Lewis, P. Sheehan, O. Toon, „K-Pg extinction patterns in marine and freshwater environments: The impact winter model“, *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, vol. 118, nr. 3, 2013, pp. 1006–1014.
- [17.](#) A. Chamberlin, S. Chesley, P. Chodas *et al.*, „Sentry: An automated close approach monitoring system for nearEarth objects“, *Bulletin of the American Astronomical Society*, nr. 33, 2001, pag. 1116.

- [18.](#) D. Jablonksi, „Lessons from the past: Evolutionary impacts of mass extinctions“, *PNAS*, vol. 98, nr. 10, 2001, pp. 5393–5398.
- [19.](#) P. Sheehan, „The Late Ordovician mass extinction“, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, nr. 29, 2001, pp. 331–364.
- [20.](#) M. Caplan, R. Bustin, „DevonianCarboniferous Hangenberg mass extinction event, widespread organic-rich mudrock and anoxia: Causes and consequences“, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 148, nr. 4, 1999, pp. 187–207.
- [21.](#) U. Brand, R. Posenato, R. Came *et al.*, „The end-Permian mass extinction: A rapid volcanic CO₂ and CH₄ – climatic catastrophe“, *Chemical Geology*, nr. 322–323, 2012, pp. 121–144.
- [22.](#) J. Davies, A. Marzoli, H. Bertrand *et al.*, „End-Triassic mass extinction started by intrusive CAMP activity“, *Nature Communications*, nr. 8, 2017, pag. 15596.
- [23.](#) A. Chiarenza, P. Mannion, D. Lunt *et al.*, „Ecological niche modelling does not support climatically-driven dinosaur diversity decline before the Cretaceous/Paleogene mass extinction“, *Nature Communications*, nr. 10, 2019, 1091.
- [24.](#) D. Naish și D. Martill, „Dinosaurs of Great Britain and the role of the Geological Society of London in their discovery: Basal Dinosauria and Saurischia“, *Journal of the Geological Society*, nr. 164, 2007, pp. 493–510.
- [25.](#) B. Switek, *My Beloved Brontosaurus*, FSG, New York, 2013, pp. 190–200.
- [26.](#) M. Benton, „Scientific methodologies in collision: The history of the study of the extinction of the dinosaurs“, *Evolutionary Biology*, nr. 24, 1990, pp. 371–400.
- [27.](#) N. MacLeod, „Impacts and marine invertebrate extinctions“, *Geological Society, London, Special Publications*, nr. 140, 1998, pp. 217–246.
- [28.](#) L. Alvarez, W. Alvarez, F. Asaro, H. Michel, „Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction“, *Science*, vol. 208, nr. 4448, 1980, pp. 1095–1108.
- [29.](#) A. Hildebrand, G. Penfield, D. Kring *et al.*, „Chicxulub crater: A

possible Cretaceous/ Tertiary boundary impact crater on the Yucatán Peninsula, Mexico“, *Geology*, vol. 19, nr. 9, 1991, pp. 867–871.

- [30.](#) R. Worth, S. Sigurdsson, C. House, „Seeding life on the moons of the outer planets via lithopanspermia“, *Astrobiology*, vol. 13, nr. 12, 2013, pp. 1155–1165.
- [31.](#) R. Tagle, P. Claeys, „An ordinary chondrite impactor for the Popigai crater, Siberia“, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol. 69, 11, 2005, pp. 2877–2889.
- [32.](#) S. Ekhtiari, K. Chiba, S. Popovic *et al.*, „First case of osteosarcoma in a dinosaur: A multimodal diagnosis“, *The Lancet*, vol. 21, nr. 8, 2020, pp. 1021–1022.
- [33.](#) W. Sellers, P. Manning, T. Lyson *et al.*, „Virtual palaeontology: Gait reconstruction of extinct vertebrates using high performance computing“, *Palaeontologia Electronica*, vol. 12, nr. 3, 2009, pp. 1–26.
- [34.](#) D. Hone, O. Rauhut, „Feeding behaviour and bone utilization by theropod dinosaurs“, *Lethaia*, vol. 43, nr. 2, 2010, pp. 232–244.
- [35.](#) E. Wolff, S. Salisbury, J. Horner, D. Varricchio, „Common avian infection plagued the tyrant dinosaurs“, *PLOS ONE*, vol. 4, nr. 9, 2009, e7288.
- [36.](#) S. Brusatte, M. Norell, T. Carr *et al.*, „Tyrannosaur paleobiology: New research on ancient exemplar organisms“, *Science*, vol. 329, nr. 5998, 2010, pp. 1481–1485.
- [37.](#) C. Kammerer, S. Nesbitt, J. Flynn *et al.*, „A tiny ornithodiran archosaur from the Triassic of Madagascar and the role of miniaturization in dinosaur and pterosaur ancestry“, *PNAS*, vol. 117, nr. 30, 2020, pp. 17932–17936.
- [38.](#) T. Blackburn, P. Olsen, S. Bowring *et al.*, „Zircon U-Pb geochronology links the end-Triassic extinction with the Central Atlantic Magmatic Province“, *Science*, vol. 340, nr. 6135, 2013, pp. 941–945.
- [39.](#) T. Holtz, „Theropod guild structure and the tyrannosaurid niche assimilation hypothesis: Implications for predatory dinosaur macroecology and ontogeny in later Late Cretaceous Asiamerica“,

Canadian Journal of Earth Sciences, vol. 58, nr. 9, 2021, pp. 778–795.

- [40.](#) J. Horner, M. Goodwin, N. Myhrvold, „Dinosaur census reveals abundant *Tyrannosaurus* and rare ontogenetic stages in the Upper Cretaceous Hell Creek Formation (Maastrichtian), Montana, USA“, *PLOS ONE*, vol. 6, nr. 2, 2011, e16574.
- [41.](#) F. Therrien, D. Zelenitsky, J. Voris, K. Tanaka, „Mandibular force profiles and tooth morphology in growth series of *Albertosaurus sarcophagus* and *Gorgosaurus libratus* (Tyrannosauridae: Albertosaurinae) provide evidence for an ontogenetic dietary shift in tyrannosaurids“, *Canadian Journal of Earth Sciences*, vol. 58, nr. 9, 2021, pp. 812–828.
- [42.](#) C. Marshall, D. Latorre, C. Wilson *et al.*, „Absolute abundance and preservation rate of *Tyrannosaurus rex*“, *Science*, vol. 372, nr. 6539, 2021, pp. 284–287.
- [43.](#) P. Senter, „Voices of the past: A review of Paleozoic and Mesozoic animal sounds“, *Historical Biology*, vol. 20, nr. 4, 2009, pp. 255–287.
- [44.](#) K. Chin, T. Tokaryk, G. Erickson, L. Calk, „A king-sized theropod coprolite“, *Nature*, nr. 393, 1998, pp. 680–682.
- [45.](#) „Oasele care, roase cu ajutorul dinților ascuțiți...“ G. Erickson și K. Olson, „Bite marks attributable to *Tyrannosaurus rex*: Preliminary description and implications“, *Journal of Vertebrate Paleontology*, vol. 16, nr. 1, 1994, pp. 175–178; D. Hone și M. Watabe, „New information on scavenging and selective feeding behaviour of tyrannosaurids“, *Acta Palaeontologica Polonica*, vol. 55, nr. 4, 2010, pp. 627–634.
- [46.](#) V. Arbour, L. Zanno, „Tail weaponry in ankylosaurs and glyptodonts: An example of a rare but strongly convergent phenotype“, *The Anatomical Record*, vol. 303, nr. 4, 2019, pp. 988–998.
- [47.](#) G. Grellet-Tinner, C. Sim, D. Kim *et al.*, „Description of the first lithostrotian titanosaur embryo in ovo with Neutron characterization and implications for lithostrotian Aptian migration and dispersion“, *Gondwana Research*, vol. 20, nr. 2–3, 2011, pp. 621–629.

- [48.](#) R. Garcia, „An «egg-tooth»-like structure in titanosaurian sauropod embryos“, *Journal of Vertebrate Paleontology*, vol. 27, nr. 1, 2007, pp. 247–252.
- [49.](#) R. Tykoski, A. Fiorillo, „An articulated cervical series of *Alamosaurus sanjuanensis* Gilmore, 1922 (Dinosauria, Sauropoda) from Texas: New perspective on the relationships of North America’s last giant sauropod“, *Journal of Systematic Palaeontology*, vol. 15, nr. 5, 2015, pp. 339–364.
- [50.](#) T. Williamson, A. Weil, „Stratigraphic distribution of sauropods in the Upper Cretaceous of the San Juan Basin, New Mexico, with comments on North America’s Cretaceous «sauropod hiatus»“, *Journal of Vertebrate Paleontology*, vol. 28, nr. 4, 2008, pp. 1218–1223.
- [51.](#) P. Bell, „A review of hadrosaurid skin impressions“, în *Hadrosaurs*, D. Evans, D. Eberth (ed.), Indiana University Press, Bloomington, 2014.
- [52.](#) J. Anne, B. Hedrick, J. Schein, „First diagnosis of septic arthritis in a dinosaur“, *Royal Society Open Science*, vol. 3, nr. 8, 2016, 160222.
- [53.](#) J. Gill, J. Williams, S. Jackson *et al.*, „Pleistocene megafaunal collapse, novel plant communities, and enhanced fire regimes in North America“, *Science*, vol. 326, nr. 5956, 2009, pp. 1100–1103.
- [54.](#) V. Smith, T. Ford, K. Johnson *et al.*, „Multiple lineages of lice pass through the K-Pg boundary“, *Biology Letters*, vol. 7, nr. 5, 2011, pp. 782–785.
- [55.](#) K. Chin, „The paleobiological implications of herbivorous dinosaur coprolites from the Upper Cretaceous Two Medicine Formation of Montana: Why eat wood?“, *PALAIOS*, vol. 22, nr. 5, 2007, pp. 554–566.
- [56.](#) A. Nabavizadeh, „Hadrosaurid jaw mechanics and the functional significance of the predentary bone“, în *Hadrosaurs*, D. Evans și D. Eberth (ed.), 2014.
- [57.](#) A. Siraj, A. Loeb, „Breakup of a longperiod comet as the origin of the dinosaur extinction“, *Scientific Reports*, nr. 11, 2011, p. 3803.
- [58.](#) G. Collins, N. Patel, T. Davison *et al.*, „A steeply-inclined trajectory

for the Chicxulub impact“, *Nature Communications*, nr. 11, 2020, p. 1480.

- [59.](#) L. Maiorino, A. Farke, T. Kotsakis și P. Piras, „Is *Torosaurus Triceratops*? Geometric morphometric evidence of Late Maastrichtian ceratopsid dinosaurs“, *PLOS ONE*, vol. 8, nr. 11, 2013, e81608.
- [60.](#) Z. Luo, „Transformation and diversification in early mammal evolution“, *Nature*, nr. 450, 2007, pp. 1011–1019.
- [61.](#) G. Grellet-Tinner, S. Wroe, M. Thompson, Q. Ji, „A note on pterosaur nesting behavior“, *Historical Biology*, vol. 19, nr. 4, 2007, pp. 273–277.
- [62.](#) S. Humphries, R. Bonser, M. Witton, D. Martill, „Did pterosaurs feed by skimming? Physical modelling and anatomical evaluation of an unusual feeding method“, *PLOS Biology*, vol. 5, nr. 8, 2007, e204.
- [63.](#) V. Arbour, J. Mallon, „Unusual cranial and postcranial anatomy in the archetypal ankylosaur *Ankylosaurus magniventris*“, *Facets*, vol. 2, nr. 2, 2017, pp. 764–794.
- [64.](#) G. Collins *et al.*, „A steeply-inclined trajectory“, 2020.
- [65.](#) R. DePalma, J. Smit, D. Burnham *et al.*, „A seismically induced onshore surge deposit at the KPg boundary, North Dakota“, *PNAS*, vol. 116, nr. 17, 2019, pp. 8190–8199.
- [66.](#) R. Paris, K. Goto, J. Goff, H. Yanagisawa, „Advances in the study of mega-tsunamis in the geological record“, *Earth-Science Reviews*, nr. 210, 2020, 103381.
- [67.](#) D. Robertson, W. Lewis, P. Sheehan, O. Toon, „K-Pg extinction: Reevaluation of the heat-fire hypothesis“, *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, vol. 118, nr. 1, 2013, pp. 329–336.
- [68.](#) P. Hull, A. Bornemann, D. Penman *et al.*, „On impact and volcanism across the Cretaceous-Paleogene boundary“, *Science*, vol. 367, nr. 6475, 2020, pp. 266–272.
- [69.](#) F. O’Keefe, R. Otero, S. Soto-Acuna *et al.*, „Cranial anatomy of *Morturneria seymourensis* from Antarctica, and the evolution of filter feeding in plesiosaurs of the Austral Late Cretaceous“, *Journal of Vertebrate Paleontology*, vol. 37, nr. 4, 2016, e1347570.
- [70.](#) C. McHenry, A. Cook, S. Wroe, „Bottom-feeding plesiosaurs“,

Science, vol. 310, nr. 5745, 2005, p. 75.

- [71.](#) D. Robertson, M. McKenna, O. Toon *et al.*, „Survival in the first hours of the Cenozoic“, *GSA Bulletin*, vol. 116, nr. 5–6, 2014, pp. 760–768.
- [72.](#) Y. Zhang, D. Archibald, „Late Cretaceous mammalian fauna from the Hell Creek Formation, southeastern Montana“, *Journal of Vertebrate Paleontology*, vol. 27, supliment nr. 3, 2007, 171A.
- [73.](#) C. Kammerer, S. Nesbitt, J. Flynn *et al.*, „A tiny ornithodiran archosaur from the Triassic of Madagascar and the role of miniaturization in dinosaur and pterosaur ancestry“, *PNAS*, vol. 117, nr. 30, 2020, pp. 17932–17936.
- [74.](#) M. Kohler, N. Marin-Moratalla, X. Jordana, R. Aanes, „Seasonal bone growth and physiology in endotherms shed light on dinosaur physiology“, *Nature*, nr. 487, 2012, pp. 358–361.
- [75.](#) L. Weaver, D. Varricchio, E. Sargis *et al.*, „Early mammalian social behaviour revealed by multituberculates from a dinosaur nesting site“, *Nature Ecology & Evolution*, nr. 5, 2020, pp. 32–37.
- [76.](#) Y. Haridy, M. Osenberg, A. Hilger *et al.*, „Bone metabolism and evolutionary origin of osteocytes: Novel application of FIBSEM tomography“, *Science Advances*, vol. 7, nr. 14, 2021, eabb9113.
- [77.](#) C. Gilbert, S. Blanc, S. Giroud *et al.*, „Role of huddling on the energetic of growth in a newborn altricial mammal“, *American Journal of Physiology*, vol. 293, nr. 2, 2007, R867–876.
- [78.](#) T. Lyson, W. Joyce, „Cranial anatomy and phylogenetic placement of the enigmatic turtle *Compsemys victa* Leidy, 1856“, *Journal of Paleontology*, vol. 85, nr. 4, 2015, pp. 789–801.
- [79.](#) S. FitzGibbon, C. Franklin, „The importance of the cloacal bursae as the primary site of aquatic respiration in the freshwater turtle, *Elseya albagula*“, *Australian Zoologist*, vol. 35, nr. 2, 2011, pp. 276–282.
- [80.](#) „Incendiile inițiale din Hell Creek...“ D. Robertson, W. Lewis, P. Sheehan și O. Toon, „K-Pg extinction: Reevaluation of the heat-fire hypothesis“, *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, vol. 118, nr. 1, 2013, pp. 329–336.
- [81.](#) „Capul se arcuiește...“ A. Russell și A. Bentley, „Opisthotonic head

displacement in the domestic chicken and its bearing on the „dead bird“ posture of non-avian dinosaurs“, *Journal of Zoology*, vol. 298, nr. 1, 2015, pp. 20–29.

- [82.](#) J. Wilson, M. D’Emic, K. Curry Rogers *et al.*, „Reassessment of sauropod dinosaur *Jainosaurus* (=«*Antarctosaurus*») *septentrionalis* from the Upper Cretaceous of India“, *Contributions from the Museum of Paleontology, University of Michigan*, vol. 32, nr. 2, 2009, pp. 17–40.
- [83.](#) S. Bardhan, T. Gangopadhyay, U. Mandal, „How far did India drift during the Late Cretaceous? *Placenticerus kaffrarium* Etheridge, 1904 (Ammonoidea) used as a measuring tape“, *Sedimentary Geology*, vol. 147, nr. 1–2, 2002, pp. 193–217.
- [84.](#) W. Clyde, J. Ramezani, K. Johnson *et al.*, „Direct high-precision U-Pb geochronology of the end-Cretaceous extinction and calibration of Paleocene astronomical timescales“, *Earth and Planetary Science Letters*, nr. 452, 2016, pp. 272–280.
- [85.](#) A. Deutsch, F. Langenhorst, „On the fate of carbonates and anhydrite in impact processes: Evidence from the Chicxulub event“, *GFF*, vol. 129, nr. 2, 2007, pp. 155–160; K. Pope, K. Baines, A. Ocampo, B. Ivanov, „Impact winter and the Cretaceous/Tertiary extinctions: Results of a Chicxulub asteroid impact model“, *Earth and Planetary Science Letters*, vol. 128, nr. 3–4, 1994, pp. 719–725.
- [86.](#) S. Lyons, A. Karp, T. Bralower *et al.*, „Organic matter from the Chicxulub crater exacerbated K-Pg impact winter“, *PNAS*, vol. 117, nr. 41, 2020, pp. 25327–25334.
- [87.](#) J. Vellekoop, A. Sluijs, J. Smit *et al.*, „Rapid short-term cooling following the Chicxulub impact at the Cretaceous-Paleogene boundary“, *PNAS*, vol. 111, nr. 21, 2014, pp. 7537–7541.
- [88.](#) P. Hull, A. Bornemann, D. Penman *et al.*, „On impact and volcanism across the Cretaceous-Paleogene boundary“, *Science*, vol. 367, nr. 6475, 2020, pp. 266–272.
- [89.](#) „Niciun factor în mod separat...“ A. Chiarenza, A. Farnsworth, P. Mannion *et al.*, „Asteroid impact, not volcanism, caused the end-Cretaceous dinosaur extinction“, *PNAS*, vol. 117, nr. 20, 2020, pp.

17084–17093.

- [90.](#) R. de Moya, J. Allen, A. Sweet *et al.*, „Extensive host-switching of avian feather lice following the Cretaceous-Paleogene mass extinction event“, *Communications Biology*, nr. 2, 2019, pag. 445.
- [91.](#) K. Chin, D. Pearson și A. Ekdale, „Fossil worm burrows reveal very early terrestrial animal activity and shed light on trophic resources after the end-Cretaceous mass extinction“, *PLOS ONE*, vol. 8, nr. 8, 2013, e0070920.
- [92.](#) N. Adams, E. Rayfield, P. Cox *et al.*, „Functional tests of the competitive exclusion hypothesis for multituberculate extinction“, *Royal Society Open Science*, vol. 6, nr. 3, 2019.
- [93.](#) C. Tabor, C. Bardeen, B. Otto-Bliesner *et al.*, „Causes and climatic consequences of the impact winter at the Cretaceous-Paleogene boundary“, *Geophysical Research Letters*, vol. 47, nr. 3, 2020, e60121.
- [94.](#) P. Wilf, K. Johnson, „Land plant extinction at the end of the Cretaceous: A quantitative analysis of the North Dakota megafloral record“, *Paleobiology*, vol. 30, nr. 3, 2004, pp. 347–368.
- [95.](#) Y-M. Cui, W. Wang, D. Ferguson *et al.*, „Fossil evidence reveals how plants responded to cooling during the CretaceousPaleogene transition“, *BMC Plant Biology*, nr. 19, 2019, p. 402.
- [96.](#) N. Brocklehurst, P. Upchurch, P. Mannion, J. O’Connor, „The completeness of the fossil record of Mesozoic birds: Implications for early avian evolution“, *PLOS ONE*, vol. 7, nr. 6, 2012, e39056.
- [97.](#) T. Yang, P. Sander, „The origin of the bird’s beak: New insights from dinosaur incubation periods“, *Biology Letters*, nr. 14, 2018, 20180090.
- [98.](#) A. Louchart, L. Viriot, „From snout to beak: The loss of teeth in birds“, *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 26, nr. 12, 2011, pp. 663–673.
- [99.](#) D. Larson, C. Brown, D. Evans, „Dental disparity and ecological stability in bird-like dinosaurs prior to the end Cretaceous mass extinction“, *Current Biology*, vol. 26, nr. 10, 2016, pp. 1325–1333.
- [100.](#) G. Sun, D. Dilcher, S. Zheng, Z. Zhou, „In search of the first

flower: A Jurassic angiosperm, *Archaeofructus*, from northeast China“, *Science*, vol. 282, nr. 5394, 1998, pp. 1692–1695.

- [101.](#) A. Chira, C. Cooney, J. Bright *et al.*, „The signature of competition in ecomorphological traits across the avian radiation“, *Proceedings of the Royal Society B*, nr. 287, 2020, 20201585.
- [102.](#) C. Labandeira, K. Johnson, P. Lang, „Preliminary assessment of insect herbivory across the Cretaceous-Tertiary boundary: Major extinction and minimum rebound“, în *The Hell Creek Formation and the Cretaceous-Tertiary Boundary in the Northern Great Plains*, J. Hartman, K. Johnson, D. Nichols (ed.), Geological Society of America, Boulder, CO, nr. 361, 2002, pp. 297–327.
- [103.](#) C. Labandeira, K. Johnson, P. Wilf, „Impact of terminal Cretaceous event on plant-insect associations“, *PNAS*, vol. 99, nr. 4, 2002, pp. 2061–2066.
- [104.](#) W. Gallagher, K. Miller, R. Sherrell *et al.*, „On the last mosasaurs: Late Maastrichtian mosasaurs and the Cretaceous-Paleogene boundary in New Jersey“, *Bulletin de la Société Géologique de France*, vol. 183, nr. 2, 2012, pp. 145–150.
- [105.](#) J. Bailey, A. Cohen, D. Kring, „Lacustrine fossil preservation in acidic environments: Implications of experimental and field studies for the Cretaceous-Paleogene boundary acid rain trauma“, *PALAIOS*, vol. 20, nr. 4, 2005, pp. 376–389.
- [106.](#) R. Estes, B. Sanchiz, „New discoglossid and palaeobatrachid frogs from the Late Cretaceous of Wyoming and Montana, and a review of other frogs from the Lance and Hell Creek formations“, *Journal of Vertebrate Paleontology*, vol. 2, nr. 1, 2010, pp. 9–20.
- [107.](#) J. Cochran, N. Landman, K. Turekian *et al.*, „Paleoceanography of the Late Cretaceous (Maastrichtian) Western Interior Seaway of North America: Evidence from Sr and O isotopes“, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 191, nr. 1, 2013, pp. 45–64.
- [108.](#) A. Behrensmeyer, „Taphonomic and ecologic information from bone weathering“, *Paleobiology*, vol. 4, nr. 2, 1978, pp. 150–162.
- [109.](#) V. Vajda, S. McLoughlin, „Extinction and recovery patterns of the vegetation across the Cretaceous-Palaeogene boundary: A tool for

unravelling the causes of the end-Permian mass extinction“, *Review of Palaeobotany and Palynology*, vol. 144, nr. 1–2, 2007, pp. 99–112.

- [110.](#) N. Longrich, B. Bhullar, J. Gauthier, „Mass extinction of lizards and snakes at the Cretaceous-Paleogene boundary“, *PNAS*, vol. 109, nr. 52, 2012, pp. 21396–21401.
- [111.](#) M. Caldwell, R. Nydam, A. Palci, S. Apesteguia, „The oldest known snakes from the Middle Jurassic-Lower Cretaceous provide insights on snake evolution“, *Nature Communications*, nr. 6, 2015, p. 5996.
- [112.](#) H. Yi, M. Norell, „The burrowing origin of modern snakes“, *Science Advances*, vol. 1, nr. 10, 2015, e1500743.
- [113.](#) J. Cuthill, N. Guttenberg, G. Budd, „Impacts of speciation and extinction measured by an evolutionary decay clock“, *Nature*, nr. 588, 2021, pp. 636–641.
- [114.](#) S. Silber, J. Geisler, M. Bolortsetseg, „Unexpected resilience of species with temperature-dependent sex determination at the Cretaceous-Paleogene boundary“, *Biology Letters*, vol. 7, nr. 2, 2010, pp. 295–298.
- [115.](#) M. Galetti, R. Guevara, M. Cortes *et al.*, „Functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size“, *Science*, vol. 340, nr. 6136, 2013, pp. 1086–1090.
- [116.](#) S. Gibbs, P. Bown, B. Ward *et al.*, „Algal plankton turn to hunting to survive and recover from end-Cretaceous impact darkness“, *Science Advances*, vol. 6, nr. 44, 2020, eabc9123.
- [117.](#) C. Gazin, „Paleocene mammals from the Denver Basin, Colorado“, *Journal of the Washington Academy of Sciences*, vol. 31, nr. 7, 1941, pp. 289–295.
- [118.](#) K. Berry, „Fern spore viability considered in relation to the duration of the Cretaceous-Paleogene (K-Pg) impact winter: A contribution to the discussion“, *Acta Palaeobotanica*, vol. 59, nr. 1, 2029, pp. 19–25.
- [119.](#) M. Carvalho, C. Jaramillo, F. de la Parra *et al.*, „Extinction at the end-Cretaceous and the origin of modern neotropical rainforests“, *Science*, vol. 372, nr. 6537, 2021, pp. 63–68.

- [120.](#) J. Smaers, R. Rothman, D. Hudson *et al.*, „The evolution of mammalian brain size“, *Science Advances*, vol. 7, nr. 18, 2021, eabe2101.
- [121.](#) N. Brocklehurst, E. Panciroli, G. Benevento, R. Benson, „Mammaliaform extinctions as a driver of the morphological radiation of Cenozoic mammal“, *Current Biology*, vol. 31, nr. 13, 2021, 2955–63.e4.
- [122.](#) D. Ksepka, T. Stidham, T. Williamson, „Early Paleocene landbird supports rapid phylogenetic and morphological diversification of crown birds after the K-Pg mass extinction“, *PNAS*, vol. 114, nr. 30, 2017, pp. 8047–8052.
- [123.](#) D. Ksepka, A. Balanoff, N. Smith *et al.*, „Tempo and pattern of avian brain size evolution“, *Current Biology*, vol. 30, nr. 11, 2020, 2026–36.e3.
- [124.](#) R. Felice, D. Pol, A. Goswami, „Complex macroevolutionary dynamics underly the evolution of the crocodyliform skull“, *Proceedings of the Royal Society B*, 28, nr. 1954, 2021.
- [125.](#) M. Machalski, C. Heinberg, „Evidence for ammonite survival into the Danian (Paleogene) from the Cerithium Limestone at Stevns Klint, Denmark“, *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, nr. 52, 2005, pp. 97–111.
- [126.](#) T. Lyson, I. Miller, A. Bercovici *et al.*, „Exceptional continental record of biotic recovery after the Cretaceous-Paleogene mass extinction“, *Science*, vol. 366, nr. 6468, 2019, pp. 977–983.
- [127.](#) C. Janis, M. Carrano, „Scaling of reproductive turnover in archosaurs and mammals: Why are large terrestrial mammals so rare?“, *Annales Zoologici Fennici*, vol. 28, nr. 3–4, 1991, pp. 201–216.
- [128.](#) M. Donovan, P. Wilf, C. Labandeira *et al.*, „Novel insect leaf-mining after the end-Cretaceous extinction and the demise of Cretaceous leaf miners, Great Plains, USA“, *PLOS ONE*, vol. 9, nr. 7, 2014, e103542.
- [129.](#) G. Wilson Mantilla, S. Chester, W. Clemens *et al.*, „Earliest Palaeocene purgatoriids and the initial radiation of stem primates“,

Royal Society Open Science, vol. 8, nr. 2, 2021, 210050.

- [130](#). M. Chen, C. Stromberg și G. Wilson, „Assembly of modern mammal community structure driven by Late Cretaceous dental evolution, rise of flowering plants, and dinosaur demise“, *PNAS*, vol. 116, nr. 20, 2019, pp. 9931–9940.
- [131](#). C. Emerling, F. Delsuc, M. Nachman, „Chitinase genes (CHIAs) provide genomic footprints of post-Cretaceous dietary radiation in placental mammals“, *Science Advances*, vol. 4, nr. 5, 2018, eaar6478.